

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

PCT/JP00/06945

05.10.00

4
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年10月 8日

REC'D 28 NOV 2000

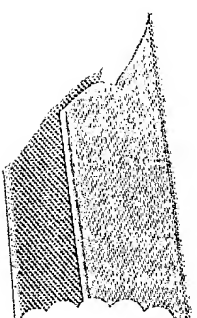
出願番号
Application Number:

平成11年特許願第288840号

WIPO PCT

出願人
Applicant(s):

三井化学株式会社



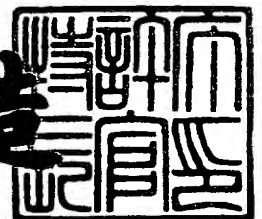
**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年11月10日



特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3092549

【書類名】 特許願

【整理番号】 Y0A447-010

【提出日】 平成11年10月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号 三井化学株式会社内

【氏名】 川 合 浩 二

【発明者】

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号 三井化学株式会社内

【氏名】 山 下 正 洋

【発明者】

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号 三井化学株式会社内

【氏名】 道 上 憲 司

【発明者】

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号 三井化学株式会社内

【氏名】 川 原 信 夫

【発明者】

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号 三井化学株式会社内

【氏名】 土 肥 靖

【発明者】

【住所又は居所】 山口県玖珂郡和木町和木六丁目 1 番 2 号 三井化学株式会社内

【氏名】 兼 吉 寛 矛

【特許出願人】

【識別番号】 000005887

【氏名又は名称】 三井化学株式会社

【代理人】

【識別番号】 100081994

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 俊一郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100103218

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧 村 浩 次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014535

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710873

【ブルーフの要否】 要

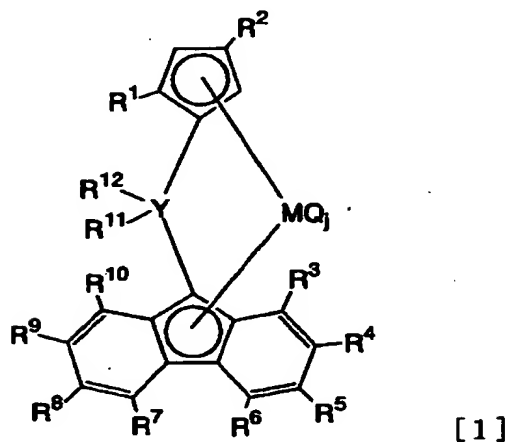
【書類名】 明細書

【発明の名称】 メタロセン化合物の製造方法

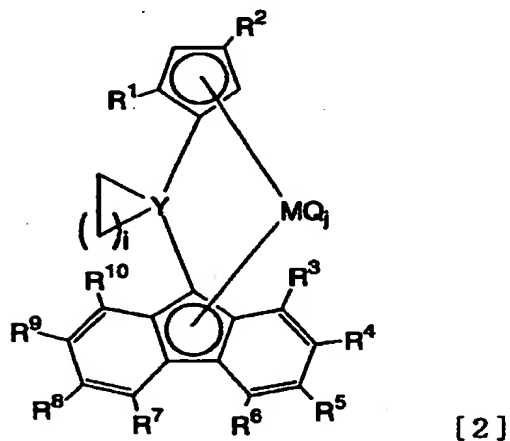
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下記一般式〔1〕または〔2〕

【化 1】



【化 2】

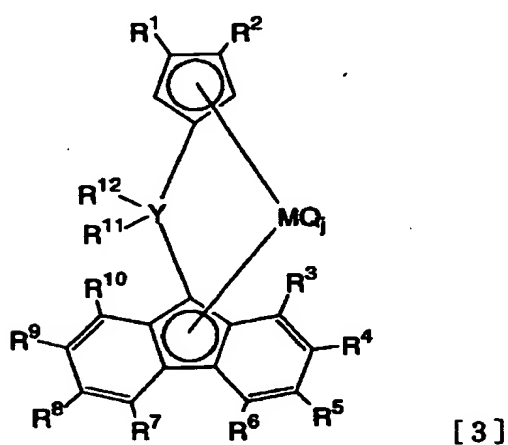


(式中、 R^1 、 R^2 は炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよく、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} は水素、炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよく、 R^{11} 、 R^{12} は水素、炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよい。Mは周期表第4族から選ばれた金属であり、Yは炭素またはケイ

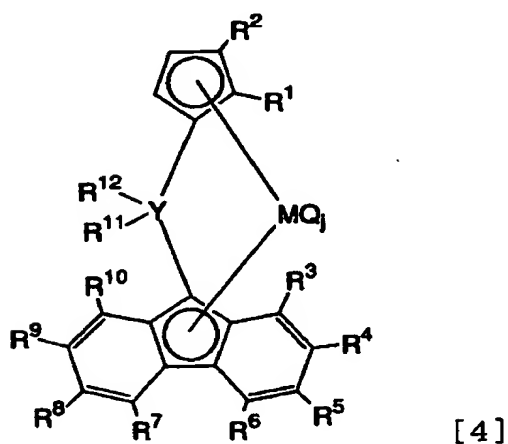
素である。Qはハロゲン、炭化水素基、アニオン配位子または孤立電子対で配位可能な中性配位子から同一または異なる組合せで選んでもよく、jは1～4の整数、iは1～10の整数である。）

で表されるメタロセン化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物〔3〕、〔4〕または〔5〕、〔6〕を混入させないように選択的に製造することを特徴とする、メタロセン化合物の製造方法；

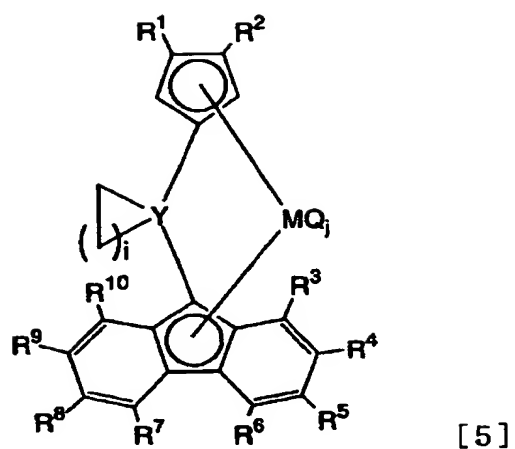
【化3】



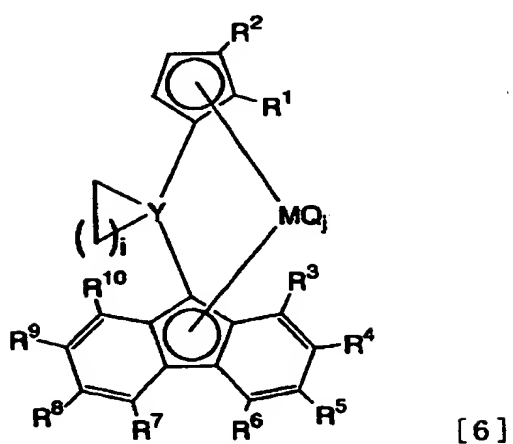
【化4】



【化 5】



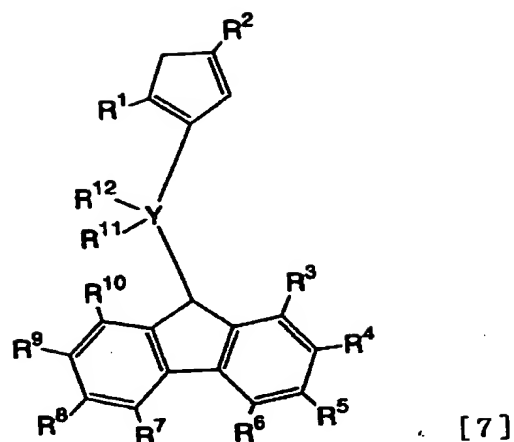
【化 6】



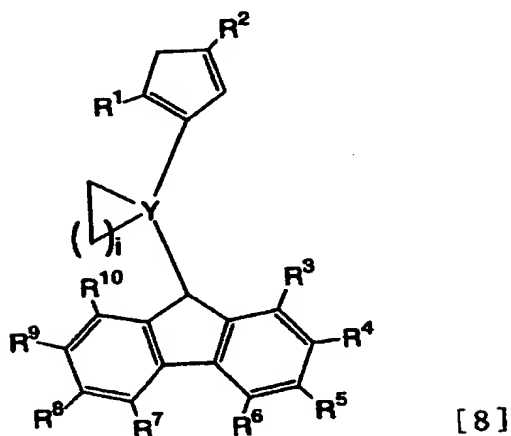
(式中、R¹~R¹²、M、Y、Q、j、iは一般式〔1〕または〔2〕と同一である。)。

【請求項 2】 下記一般式〔7〕または〔8〕

【化 7】



【化 8】

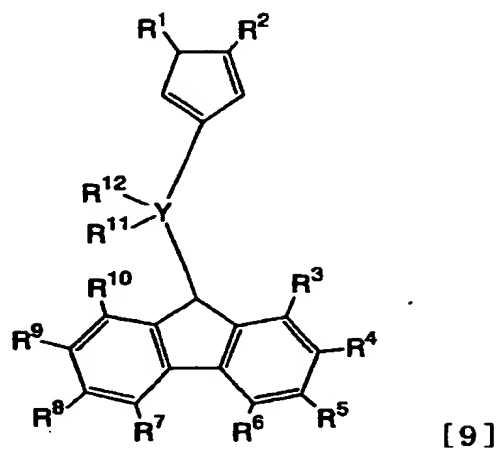


(式中、 $R^1 \sim R^{12}$ 、Y、 i は一般式〔1〕または〔2〕と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

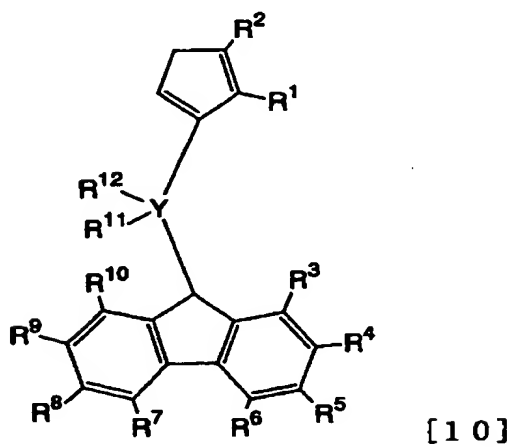
で表される前駆体化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物〔9〕、〔10〕または〔11〕、〔12〕を混入させないように選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔7〕または〔8〕を原料として用いることにより、一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物を選択的に製造することを

特徴とする、請求項 1 記載のメタロセン化合物の製造方法。

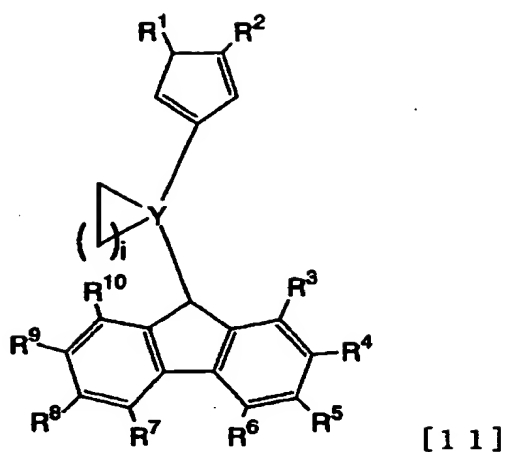
【化 9】



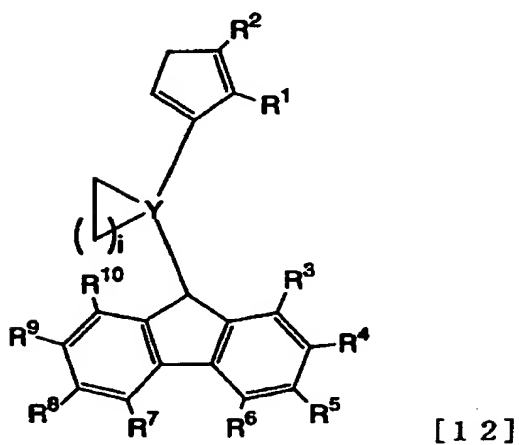
【化 10】



【化 1 1】



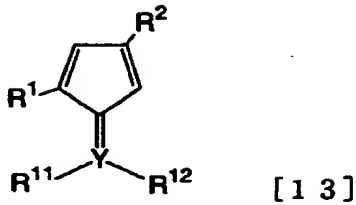
【化 1 2】



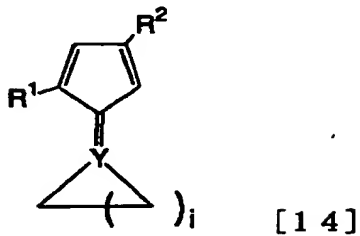
(式中、R¹~R¹²、M、Y、Q、j、iは一般式〔1〕または〔2〕と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

【請求項3】 下記一般式〔13〕または〔14〕

【化 1 3】



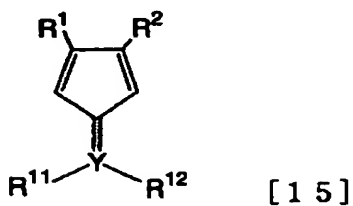
【化 1 4】



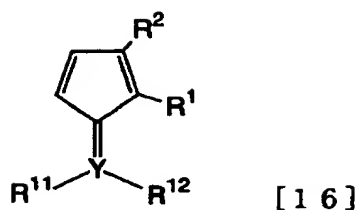
(式中、 R^1 、 R^2 、 R^{11} 、 R^{12} 、Y、 i は一般式 [1] または [2] と同一である。)

で表される前駆体化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物 [15]、[16] または [17]、[18] を混入させないように選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物 [13] または [14] を原料として用いることにより、一般式 [7] または [8] で表される請求項 2 記載の前駆体化合物を選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物 [7] または [8] を原料として用いることにより、一般式 [1] または [2] で表されるメタロセン化合物を選択的に製造することを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 記載のメタロセン化合物の製造方法。

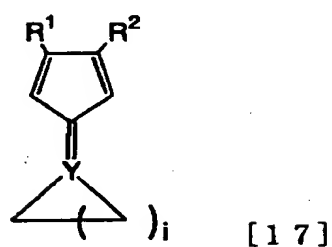
【化 1 5】



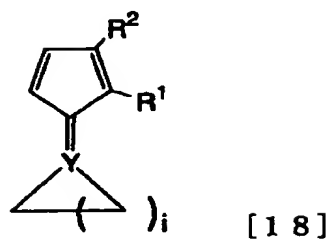
【化 16】



【化 17】



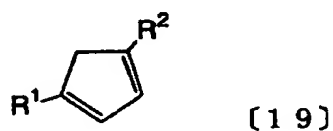
【化 18】



(式中、 R^1 、 R^2 、 R^{11} 、 R^{12} 、Y、i は一般式 [1] または [2] と同一である。)

【請求項 4】 下記一般式 [19]

【化 19】

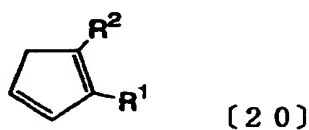


(式中、 R^1 、 R^2 は一般式 [1] または [2] と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における 2 重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、

またはそれらの混合物であっても良い。)

で表される前駆体化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物〔20〕を混入させないように選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔19〕を原料として用いることにより、一般式〔13〕または〔14〕で表される請求項3記載の前駆体化合物を選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔13〕または〔14〕を原料として用いることにより、一般式〔7〕または〔8〕で表される請求項2記載の前駆体化合物を選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔7〕または〔8〕を原料として用いることにより、一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物を選択的に製造することを特徴とする、請求項1、請求項2または請求項3記載のメタロセン化合物の製造方法；

〔化20〕



(式中、 R^1 、 R^2 は一般式〔1〕または〔2〕と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

【請求項5】一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物を含むオレフィン重合用触媒。

【請求項6】

(A) 上記一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物と、

(B) (B-1) 有機金属化合物、

(B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物、および

(B-3) メタロセン化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物

から選ばれる少なくとも1種の化合物とからなることを特徴とするオレフィン重合用触媒。

【請求項7】 請求項6に記載のオレフィン重合用触媒と(C)微粒子状担体からなることを特徴とするオレフィン重合用触媒。

【請求項 8】 請求項 5～7 のいずれかに記載のオレフィン重合用触媒の存在下に、オレフィンを重合することを特徴とするポリオレフィンの製造方法。

【請求項 9】 一般式 [1] で R^1 、 R^{11} 、 R^{12} がメチル、 R^2 が tert-ブチル、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} が水素、M がジルコニウム、Y が炭素、Q が塩素、j が 2 であるメタロセン化合物を、請求項 1～4 のいずれかに記載の方法で製造することを特徴とする、メタロセン化合物の製造方法。

【請求項 10】 一般式 [1] で、 R^1 、 R^{11} 、 R^{12} がメチル、 R^2 が tert-ブチル、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^9 、 R^{10} が水素、 R^5 、 R^8 が tert-ブチル、M がジルコニウム、Y が炭素、Q が塩素、j が 2 であるメタロセン化合物を、請求項 1～4 のいずれかに記載の方法で製造することを特徴とするメタロセン化合物の製造方法。

【請求項 11】 一般式 [1] で、 R^1 、 R^{11} 、 R^{12} がメチル、 R^2 が tert-ブチル、 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^{10} が水素、 R^4 、 R^9 が tert-ブチル、M がジルコニウム、Y が炭素、Q が塩素、j が 2 であるメタロセン化合物を、請求項 1～4 のいずれかに記載の方法で製造することを特徴とするメタロセン化合物の製造方法。

【請求項 12】 一般式 [2] で R^1 がメチル、 R^2 が tert-ブチル、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} が水素、M がジルコニウム、Y が炭素、Q が塩素、j が 2、i が 4 であるメタロセン化合物を、請求項 1～4 のいずれかに記載の方法で製造することを特徴とするメタロセン化合物の製造方法。

【請求項 13】 一般式 [2] で R^1 がメチル、 R^2 が tert-ブチル、 R^3 、 R^4 、 R^6 、 R^7 、 R^9 、 R^{10} が水素、 R^5 、 R^8 が tert-ブチル、M がジルコニウム、Y が炭素、Q が塩素、j が 2、i が 4 であるメタロセン化合物を、請求項 1～4 のいずれかに記載の方法で製造することを特徴とするメタロセン化合物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】

本発明はメタロセン化合物の製造方法に関する。詳しくは、特定の構造を有す

るメタロセン化合物を選択的に製造する方法に関する。

【0002】

【発明の技術的背景】

オレフィン重合用の均一系触媒としては、いわゆるメタロセン化合物がよく知られている。通常のメタロセン化合物を用いてオレフィンを重合する方法、特に α -オレフィンを立体規則性重合する方法は、W. Kaminskyらによってアイソタクティック重合が報告されて以来 (Angew. Chem. Int. Ed. Engl, 24, 507 (1985)) 多くの改良がなされている。これらの改良例として、メタロセン化合物のリガンド部分のシクロペンタジエニル基の水素の幾つかをアルキル基で置換したC₂対称構造を有するメタロセン化合物が報告されており (山崎ら、Chemistry Letters, 1853 (1989)、特開平4-268307号公報等)、また、同様な試みとしてC₂対称構造を有するビスインデニル誘導体をリガンドとするメタロセン化合物により、オレフィン重合体のアイソタクティック立体規則性を改良しようとする試みが数多く報告されている (例えば、Angew. Chem. Int. Ed. Engl, 31, 1347 (1992)、Organometallics, 13, 954 (1994)等)。

【0003】

しかしながら、C₂対称構造のメタロセン化合物は通常ラセミ体とメソ体の混合物として得られ、ラセミ体のみがアイソタクティック重合体を与えメソ体からはアタクティックな重合体しか得られない為、アイソタクティック重合体を選択的に得るためにはラセミ体とメソ体を分離する必要がある。

一方、J. A. Ewenは、シクロペンタジエニル基とフルオレニル基をジメチルメチレンで架橋したC_s対称構造を有するメタロセン化合物が、 α -オレフィンをシンジオタクティックな立体規則性で重合することを見出した (J. Am. Chem. Soc., 110, 6255 (1988))。このメタロセンの改良として、フルオレニル基の2位と7位にtert-ブチル基を導入することにより、シンジオタクティック立体規則性をさらに制御する試みがなされている (特開平4-69394号公報)。

【0004】

さらに、上述のC₂対称、C_s対称とは異なる、C₁対称構造を有するメタロセン化合物により、アイソタクティックな重合体を合成する試みも報告されてい

る（例えば特開平 3-193796、特開平 6-122718、EP 0881236等）。 C_s 及び C_1 対称構造を有するメタロセン化合物は、 C_2 対称構造を有するメタロセン化合物と違い、メソ体・ラセミ体という構造異性体が生じないという利点を有する。

【0005】

しかしながら、上述のメタロセン化合物のうち特に C_1 対称構造のメタロセン化合物は、製造法によっては置換基が本来の目的の位置とは異なる、不必要な異性体が生成するという問題があった。このような異性体は、例えばオレフィン重合用触媒として用いる場合、アタクティックな重合体を副生するなど、好ましくない結果を与えることが多く、そのためこのような不必要な異性体が混入しないような、選択的なメタロセン化合物の製造方法の開発が望まれていた。

【0006】

【発明の目的】

本発明は、上記のような従来技術に鑑みてなされたものであって、特定の構造を有するメタロセン化合物を選択的に製造する方法を提供することを目的としている。

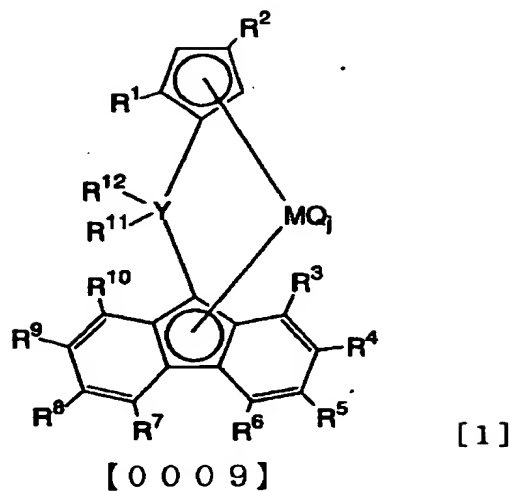
【0007】

【発明の概要】

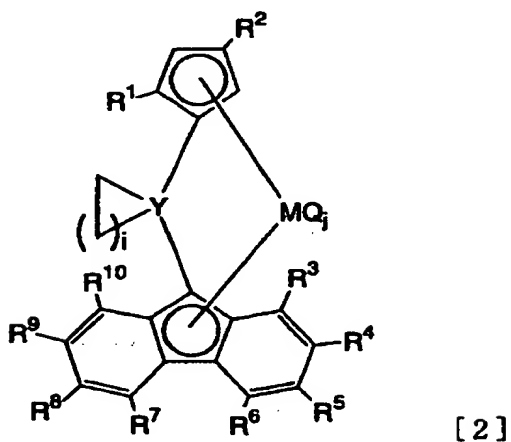
本発明に係わるメタロセン化合物の製造方法は、下記一般式〔1〕または〔2〕

【0008】

【化 2 1】



【化 2 2】



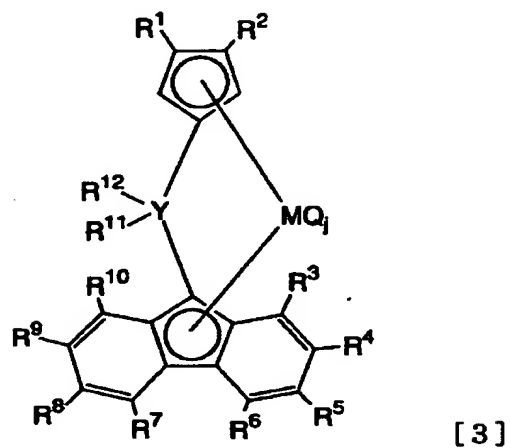
【0010】

(式中、 R^1 、 R^2 は炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよく、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} は水素、炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよく、 R^{11} 、 R^{12} は水素、炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよく、Mは周期表第4族から選ばれた金属であり、Yは炭素またはケイ素であり、Qはハロゲン、炭化水素基、アニオン配位子または孤立電子対で配位可能な中性配位子から同一または異なる組合せで選んでもよく、jは1～4の整数、iは1～10の整数である。)

で表されるメタロセン化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物〔3〕、〔4〕または〔5〕、〔6〕を混入させないように選択的に製造することを特徴としている。

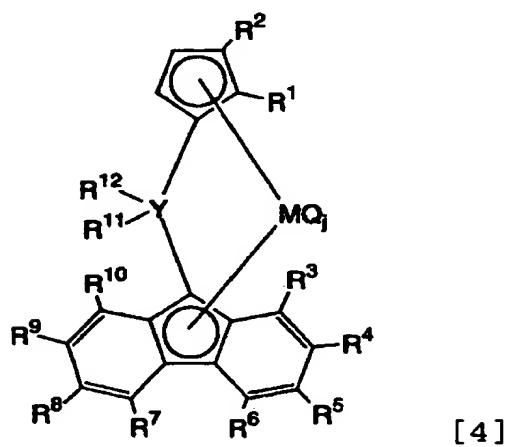
【0011】

【化23】



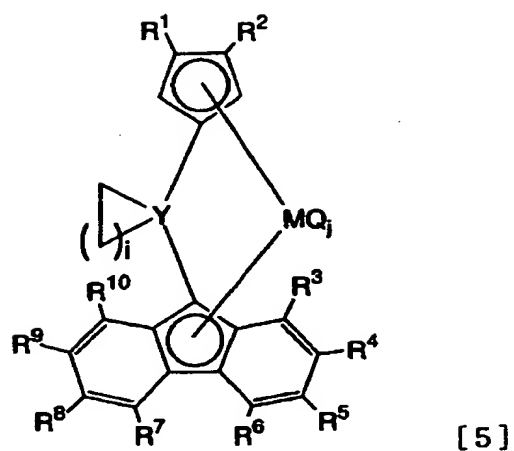
【0012】

【化24】



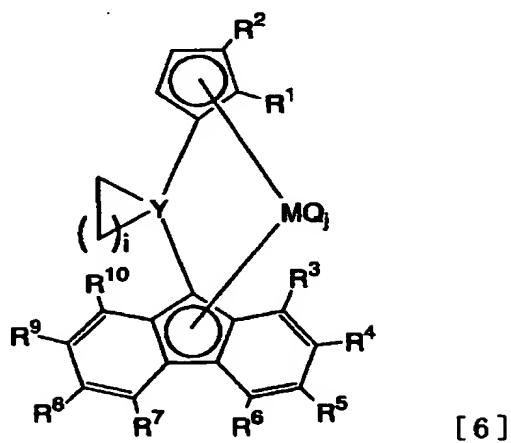
【0013】

【化 25】



【0014】

【化 26】



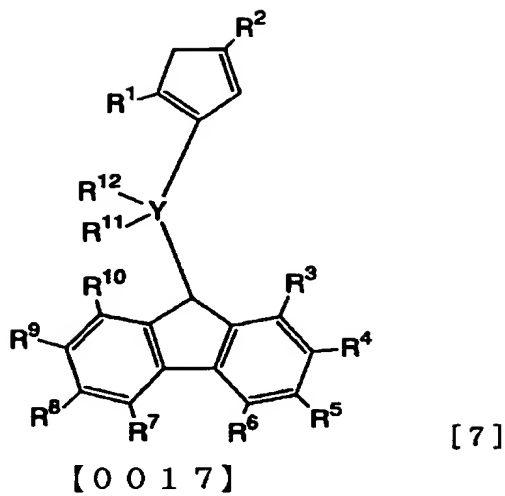
【0015】

(式中、 $R^1 \sim R^{12}$ 、M、Y、Q、j、iは一般式〔1〕または〔2〕と同一である。)

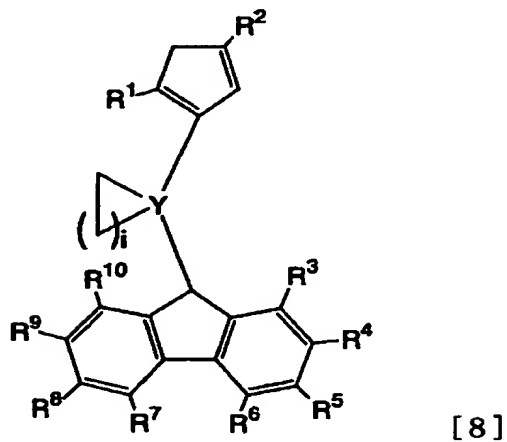
また本発明は、下記一般式〔7〕または〔8〕

【0016】

【化 27】



【化 28】

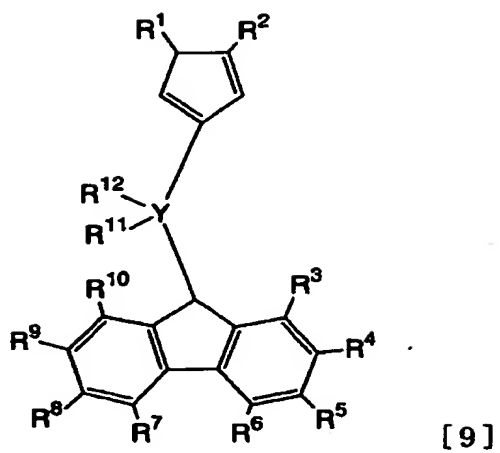


(式中、 $R^1 \sim R^{12}$ 、 Y 、 i は一般式[1]または[2]と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であってもよい。)

で表される前駆体化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物[9]、[10]または[11]、[12]を混入させないように選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物[7]または[8]を原料として用いることにより、一般式[1]または[2]で表されるメタロセン化合物を選択的に製造することを特徴としている。

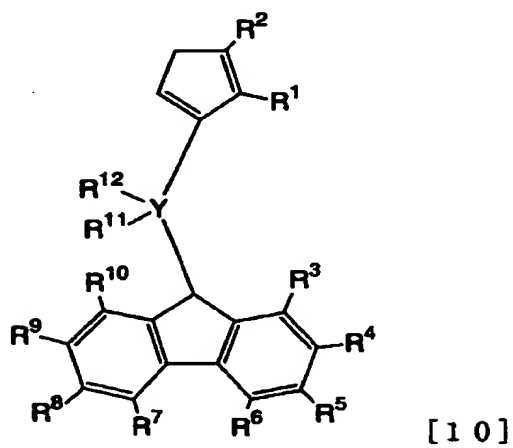
【0019】

【化29】



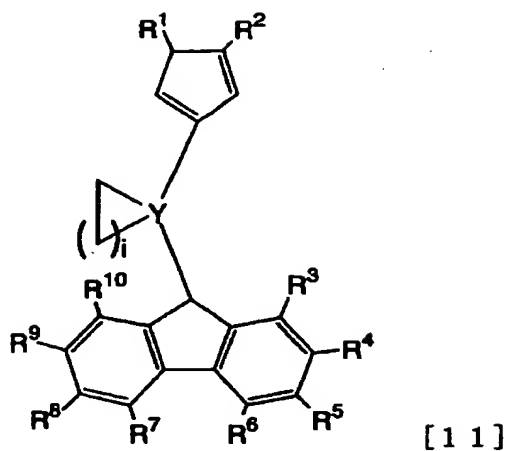
【0020】

【化30】



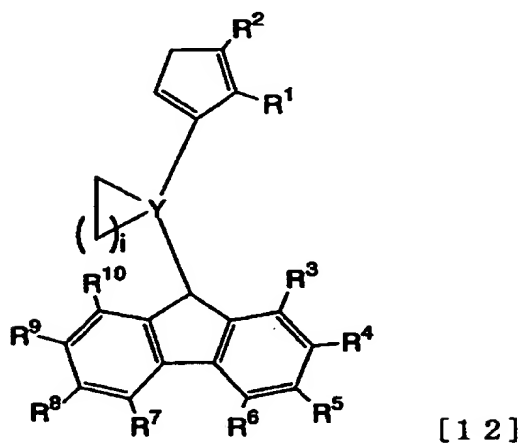
【0021】

【化 3 1】



【0 0 2 2】

【化 3 2】



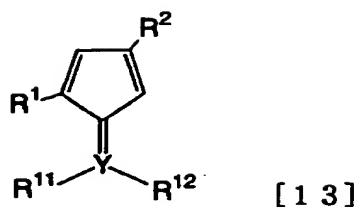
【0 0 2 3】

(式中、 $R^1 \sim R^{12}$ 、 Y 、 i は一般式 [1] または [2] と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

さらに本発明は、下記一般式 [1 3] または [1 4]

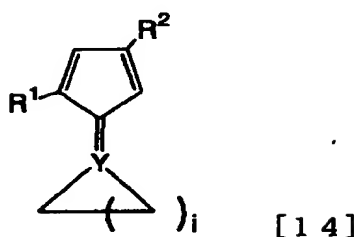
【0 0 2 4】

【化 3 3】



【 0 0 2 5 】

【化 3 4】



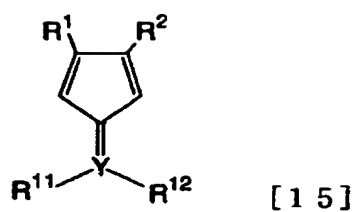
【 0 0 2 6 】

(式中、 R^1 、 R^2 、 R^{11} 、 R^{12} 、Y、i は一般式 [1] または [2] と同一である。)

で表される前駆体化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物 [15]、[16] または [17]、[18] を混入させないように選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物 [13] または [14] を原料として用いることにより、一般式 [7] または [8] で表される前駆体化合物を選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物 [7] または [8] を原料として用いることにより、一般式 [1] または [2] で表されるメタロセン化合物を選択的に製造することを特徴としている。

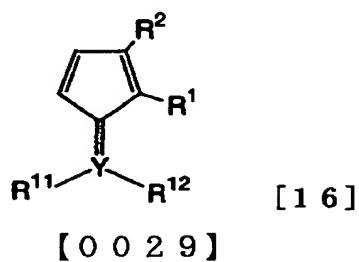
【 0 0 2 7 】

【化 3 5】

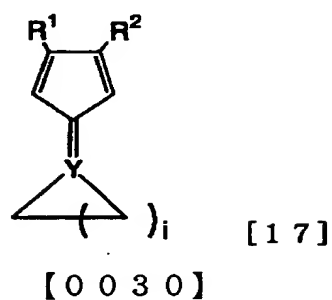


【0028】

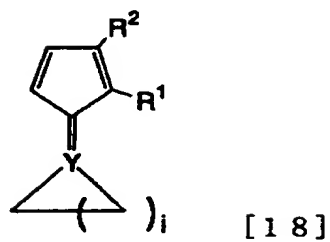
【化 3 6】



【化 3 7】



【化 3 8】



【0031】

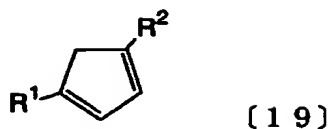
(式中、 R^1 、 R^2 、 R^{11} 、 R^{12} 、Y、i は一般式 [1] または [2] と同一であ

る)

さらに本発明は、下記一般式〔19〕

【0032】

【化39】



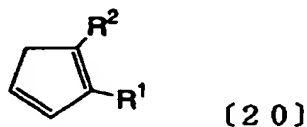
【0033】

(式中、 R^1 、 R^2 は一般式〔1〕または〔2〕と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

で表される前駆体化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った下記異性体化合物〔20〕を混入させないように選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔19〕を原料として用いることにより、一般式〔13〕または〔14〕で表される前駆体化合物を選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔13〕または〔14〕を原料として用いることにより、一般式〔7〕または〔8〕で表される前駆体化合物を選択的に製造し、こうして得られた前駆体化合物〔7〕または〔8〕を原料として用いることにより、一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物を選択的に製造することを特徴としている。

【0034】

【化40】



【0035】

(式中、 R^1 、 R^2 は一般式〔1〕または〔2〕と同一である。なお、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

【0036】

【発明の具体的な説明】

以下本発明に係わるメタロセン化合物、及びその製造方法について具体的に説明する。

本発明において、上記一般式〔1〕または〔2〕の R^1 、 R^2 は炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれる。

【0037】

炭化水素基としては、好ましくは炭素数1～20のアルキル基、炭素数7～20のアリールアルキル基、炭素数6～20のアリール基、または炭素数7～20のアルキルアリール基であり、その具体例としては、メチル、エチル、*n*-プロピル、イソプロピル、2-メチルプロピル、1,1-ジメチルプロピル、2,2-ジメチルプロピル、1,1-ジエチルプロピル、1-エチル-1-メチルプロピル、*tert*-ブチル、シクロヘキシル、シクロヘキシルメチル、メンチル、アダマンチル、ベンジル、2-フェニルエチル、フェニル、ナフチル、トリル等が挙げられる。

【0038】

ケイ素含有炭化水素基としては、好ましくはケイ素数1～4、炭素数3～20のアルキルまたはアリールシリル基であり、その具体例としては、トリメチルシリル、*tert*-ブチルジメチルシリル、トリフェニルシリル等が挙げられる。なお、 R^2 は立体的に嵩高い置換基であることが好ましく、炭素数4以上の置換基であることがより好ましい。

【0039】

本発明において、上記一般式〔1〕または〔2〕の R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} は水素、炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよい。好ましい炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基の具体例としては、上記と同様のものを挙げることができる。

また、フルオレン環上の R^3 から R^{10} の置換基は、合成上の容易さから左右対称、すなわち $R^3=R^{10}$ 、 $R^4=R^9$ 、 $R^5=R^8$ 、 $R^6=R^7$ であることが好ましく、無置換フルオレン、3,6-二置換フルオレン、または2,7-二置換フルオレンであることがより好ましい。ここでフルオレン環上の3位、6位、2位、7

位はそれぞれ R^5 、 R^8 、 R^4 、 R^9 に対応する。

【0040】

上記一般式〔1〕の R^{11} と R^{12} は、水素、炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよい。好ましい炭化水素基の具体例としては、上記と同様のものを挙げることができる。

Y は炭素またはケイ素である。一般式〔1〕の場合は、 R^{11} と R^{12} は Y と結合し、置換メチレン基または置換シリレン基を構成する。好ましい具体例として、例えば、メチレン、ジメチルメチレン、ジイソプロピルメチレン、メチルtert-ブチルメチレン、ジシクロヘキシルメチレン、メチルシクロヘキシルメチレン、ジフェニルメチレン、ジナフチルメチレンまたはジメチルシリレン、ジイソプロピルシリレン、メチルtert-ブチルシリレン、ジシクロヘキシルシリレン、メチルシクロヘキシルシリレン、ジフェニルシリレン、ジナフチルシリレン等を挙げることができる。

【0041】

一般式〔2〕の場合は、Y は i が 1 ～ 10 のシクロアルカンジイル基と結合し、シクロアルキリデン基またはシクロメチレンシリレン基を構成する。好ましい具体例として、例えば、シクロプロピリデン、シクロブチリデン、シクロペンチリデン、シクロヘキシリデン、シクロヘプチリデン、シクロジメチレンシリレン、シクロトリメチレンシリレン、シクロテトラメチレンシリレン、シクロペンタメチレンシリレン、シクロヘキサメチレンシリレン、シクロヘプタメチレンシリレン等を挙げることができる。

【0042】

本発明において、一般式〔1〕の M は、周期表第 4 族から選ばれる金属であり、M としてはチタニウム、ジルコニウム、ハフニウムが挙げられる。Q はハロゲン、炭素数 1 ～ 20 の炭化水素基、アニオン配位子、または孤立電子対で配位可能な中性配位子から同一または異なる組合せで選ばれる。ハロゲンの具体例としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素であり、炭化水素基の具体例としては、上記と同様のものを挙げることができる。アニオン配位子の具体例としては、メトキシ、tert-ブトキシ、フェノキシ等のアルコキシ基、アセテート、ベンゾエート

等のカルボキシレート基、メシレート、トシレート等のスルホネート基等が挙げられる。孤立電子対で配位可能な中性配位子の具体例としては、トリメチルホスフィン、トリエチルホスフィン、トリフェニルホスフィン、ジフェニルメチルホスフィンなどの有機リン化合物、またはテトラヒドロフラン、ジエチルエーテル、ジオキサン、1,2-ジメトキシエタン等のエーテル類が挙げられる。これらのうち、Qは同一でも異なった組み合わせでもよいが、少なくとも一つはハロゲンまたはアルキル基であるのが好ましい。

【0043】

本発明は、一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物を、 R^1 と R^2 が隣り合った異性体化合物を混入させないように、選択的に製造することを特徴としている。この目的を達成するためには、メタロセン化合物の各前駆体化合物を、選択的に製造することが必要となる。そのような製造法を以下具体的に例を挙げて説明するが、これは発明の範囲を制限するものではなく、公知のいかなる方法で製造されてもよい。

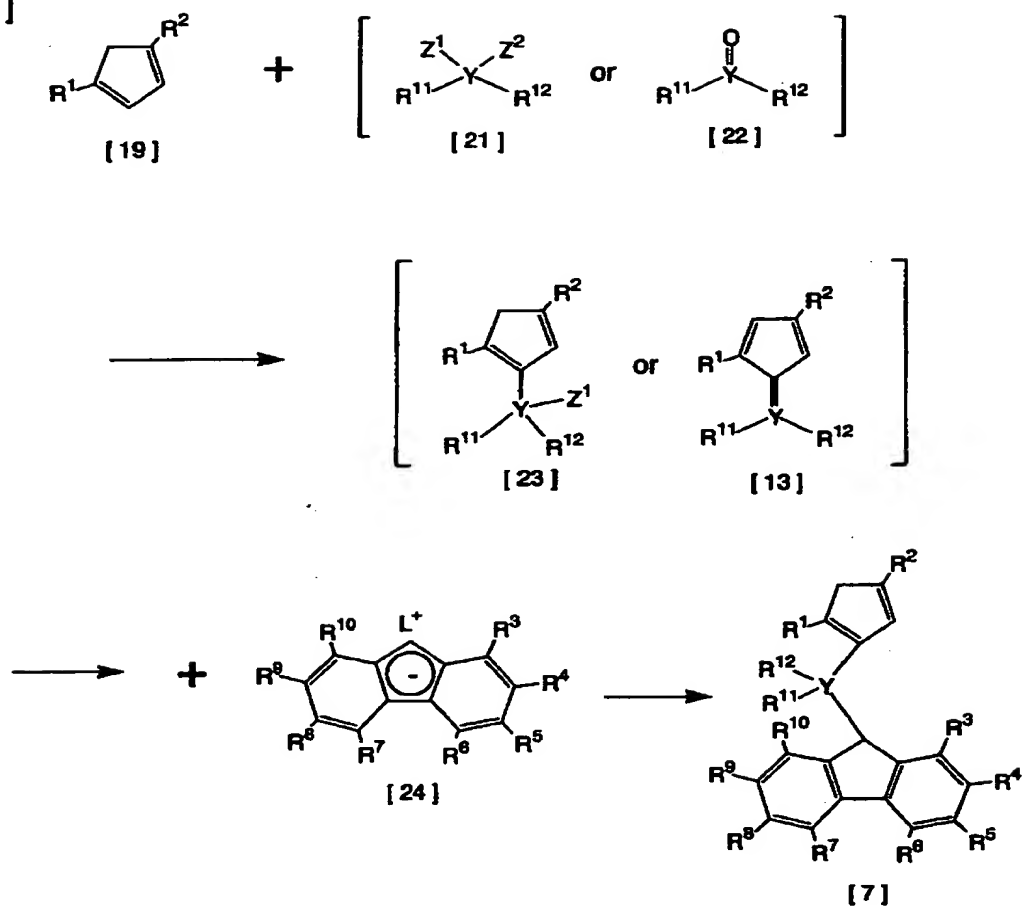
【0044】

まず一般式〔1〕の前駆体化合物〔7〕は、一般式〔A〕または〔B〕のような方法で選択的に製造することができる。

【0045】

【化 4 1】

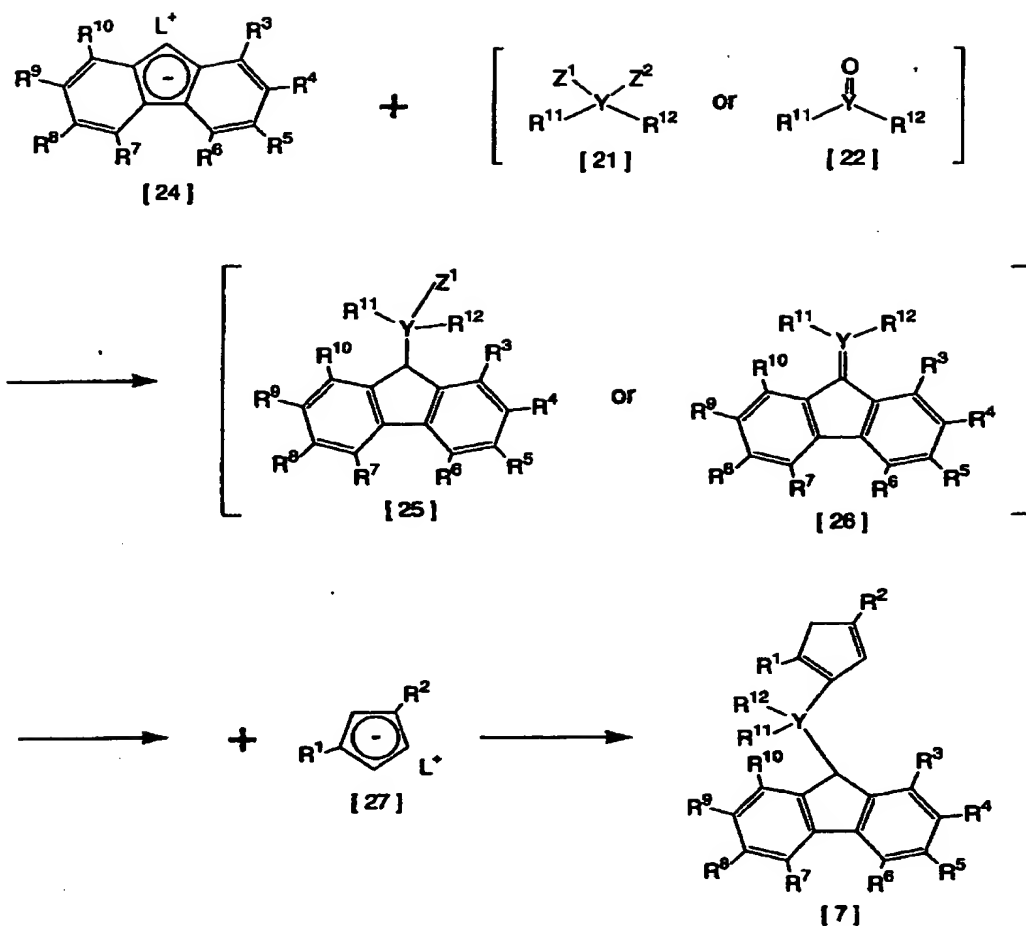
【A】



【0 0 4 6】

【化 4 2】

【B】



【0047】

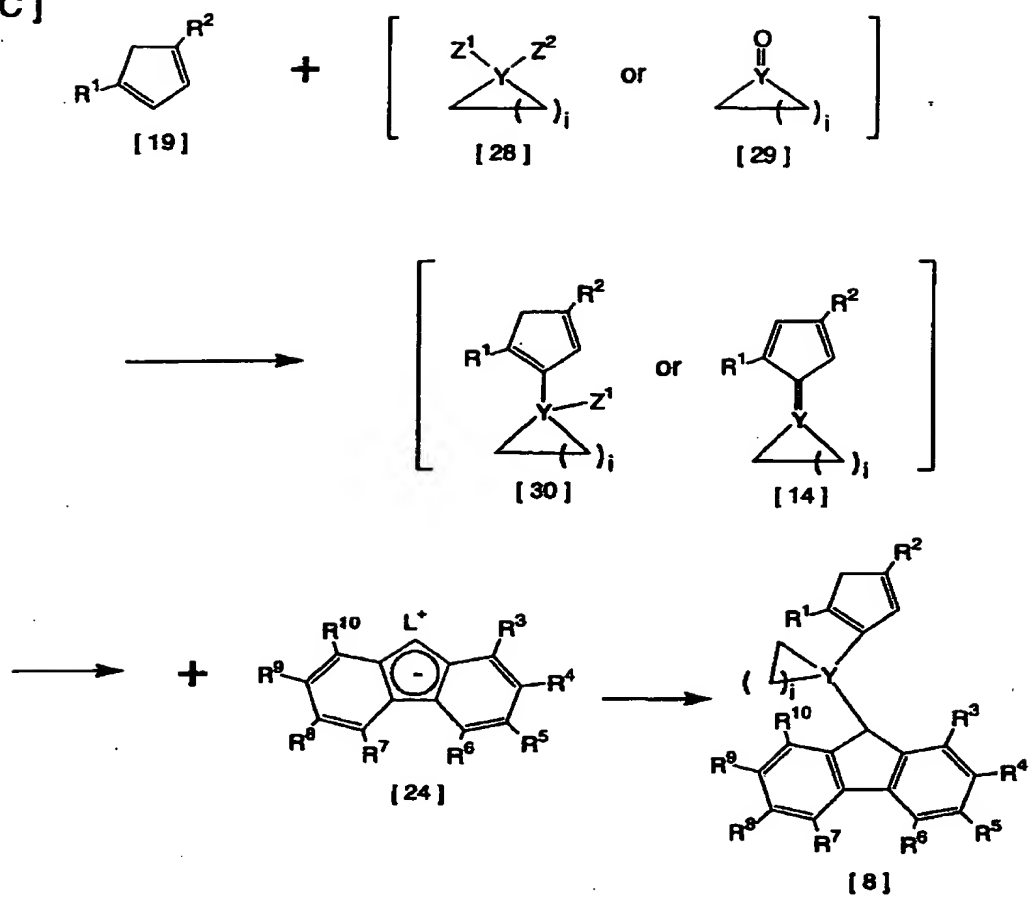
(式中、 $R^1 \sim R^{12}$ およびYは一般式〔1〕と同一であり、Lはアルカリ金属である。 Z^1 、 Z^2 はハロゲンまたはアニオン配位子であり、これらは同一でも、または異なる組合せでもよい。また、〔19〕、〔23〕、〔7〕はシクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる異性体の存在を考えることができ、それらのうちの一種のみ例示してあるが、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

また、一般式〔2〕の前駆体化合物〔8〕は、一般式〔C〕または〔D〕のような方法で選択的に製造することができる。

【0048】

【化 4 3】

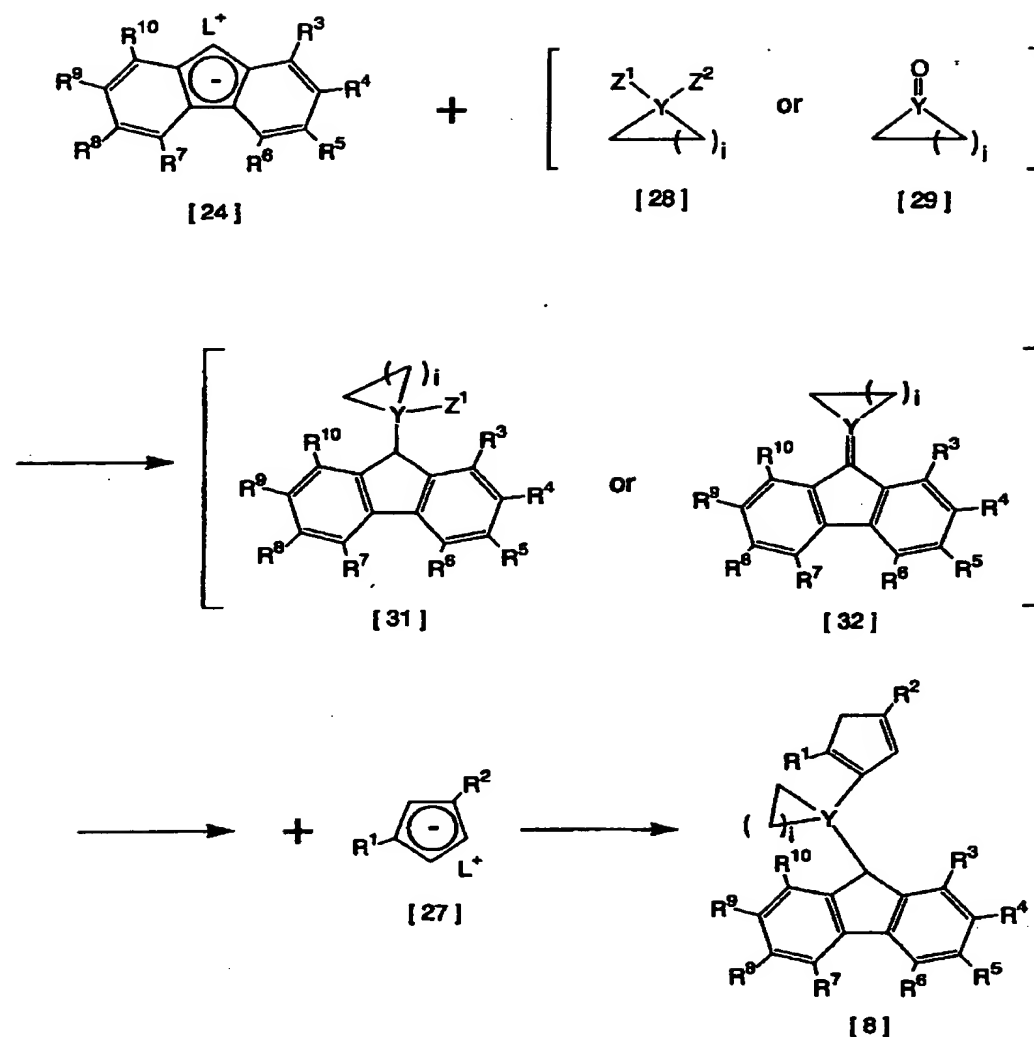
【C】



【0049】

【化 4 4】

【D】



【0050】

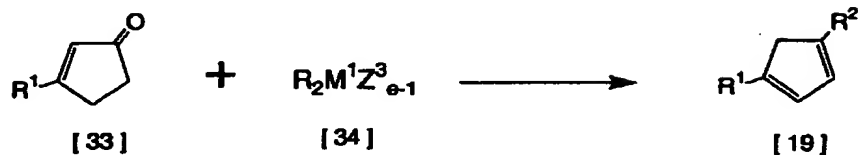
(式中、 $R^1 \sim R^{12}$ 、Yおよびiは一般式〔2〕と同一であり、Lはアルカリ金属である。 Z^1 、 Z^2 はハロゲンまたはアニオン配位子であり、これらは同一でも、または異なる組合せでもよい。また、〔30〕、〔8〕は、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる異性体の存在を考慮することができ、それらのうちの一種のみ例示してあるが、シクロペンタジエニル環における2重結合の位置のみが異なる他の異性体であっても良く、またはそれらの混合物であっても良い。)

さらに一般式 [1]、[2] の共通前駆体である [19] は、例えば一般式 [E] のような方法で選択的に製造することができる。

【0051】

【化45】

[E]



【0052】

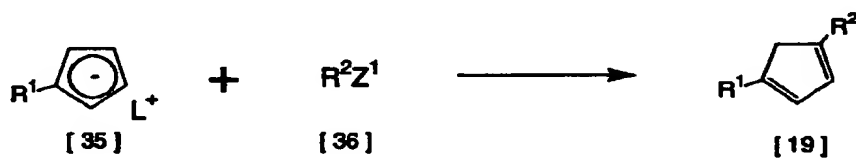
(式中、 R^1 、 R^2 は一般式 [1] または [2] と同一であり、 M^1 はアルカリ金属またはアルカリ土類金属である。 Z^3 は R^2 と同一であるか、またはハロゲンまたはアニオン配位子である。また e は M^1 の価数である。)

また、[19] の別法による製造法として、[F] や [G] のような方法もあるが、これらの方法では R^1 と R^2 が隣り合った異性体 [20] を副生することがあるため、 R^1 と R^2 の組合せや反応条件等により、[20] を副生しない場合に限って [F] や [G] のような方法を採用することができる。

【0053】

【化46】

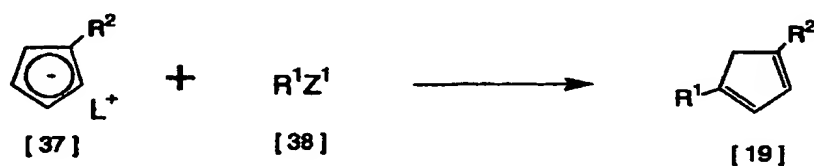
[F]



【0054】

【化47】

[G]



【0055】

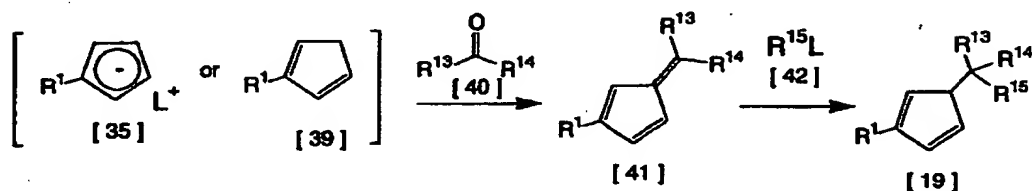
(式中、 R^1 、 R^2 一般式 [1] または [2] と同一であり、L はアルカリ金属、 Z^1 はハロゲンまたはアニオン配位子である。)

さらに R^2 が $CR^{13}R^{14}R^{15}$ で表される置換基の場合には、一般式 [H] のような方法によっても [19] を製造することができる。

【0056】

【化48】

【H】



【0057】

(式中、 R^1 は一般式 [1] または [2] と同一であり、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} は水素、炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基から選ばれ、それぞれ同一でも異なってもよく、L はアルカリ金属である。)

この方法においても R^1 と R^2 が隣り合った異性体 [20] を副生することがあるため、 R^1 と R^2 の組合せや反応条件等により、[20] を副生しない場合に限って [H] のような方法を採用することができる。

【0058】

上記一般式 [A] ~ [H] の反応に用いられるアルカリ金属としては、リチウム、ナトリウムまたはカリウムが挙げられ、アルカリ土類金属としてはマグネシウム、カルシウムが挙げられる。また、ハロゲンとしては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素が挙げられる。アニオン配位子の具体例としては、メトキシ、tert-ブトキシ、フェノキシ等のアルコキシ基、アセテート、ベンゾエート等のカルボキシレート基、メシレート、トシレート等のスルホネート基等が挙げられる。

【0059】

次に、一般式 [7] または [8] の前駆体化合物からメタロセン化合物を製造する例を以下に示すが、これは発明の範囲を制限するものではなく、公知のいかなる方法で製造されてもよい。

一般式 [A]、[B] または一般式 [C]、[D] の反応で得られた一般式 [7] または [8] の前駆体化合物は、有機溶媒中でアルカリ金属、水素化アルカリ金属または有機アルカリ金属と、反応温度が $-80^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲で接触させることで、ジアルカリ金属塩とする。

【0060】

上記反応で用いられる有機溶媒としては、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、シクロヘキサン、デカリン等の脂肪族炭化水素、またはベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素、または THF、ジエチルエーテル、ジオキサン、1,2-ジメトキシエタン等のエーテル、またはジクロロメタン、クロロホルム等のハロゲン化炭化水素等が挙げられる。

【0061】

また上記反応で用いられるアルカリ金属としては、リチウム、ナトリウム、カリウム等が挙げられ、水素化アルカリ金属としては、水素化ナトリウム、水素化カリウム等が挙げられ、有機アルカリ金属としては、メチルリチウム、ブチルリチウム、フェニルリチウム等が挙げられる。

次に上記の該ジアルカリ金属塩を、一般式 [43]



(式中、Mは周期表第4族から選ばれた金属であり、Zはハロゲン、アニオン配位子または孤立電子対で配位可能な中性配位子から同一または異なる組合せで選んでもよく、kは3～6の整数である。)

で表される化合物と、有機溶媒中で反応させることで、一般式 [1] または [2] で表されるメタロセン化合物を合成することができる。

【0062】

一般式 [43] で表される化合物の好ましい具体的として、三価または四価のチタニウムフッ化物、塩化物、臭化物及びヨウ化物、四価のジルコニウムフッ化物、塩化物、臭化物及びヨウ化物、四価のハフニウムフッ化物、塩化物、臭化物及びヨウ化物、またはこれらの THF、ジエチルエーテル、ジオキサンまたは1,2-ジメトキシエタン等のエーテル類との錯体を挙げるができる。

【0063】

また、用いられる有機溶媒としては前記と同様のものを挙げる事ができる。
該ジアルカリ金属塩と一般式〔43〕で表される化合物との反応は、好ましくは等モル反応で行い、前記の有機溶媒中で、反応温度が -80°C ～ 200°C の範囲で行うことができる。

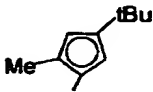
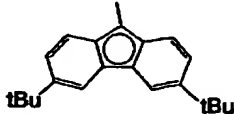

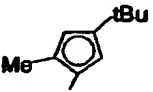
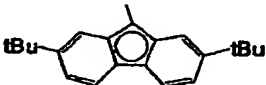

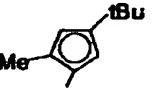
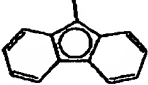

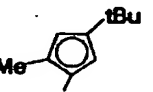
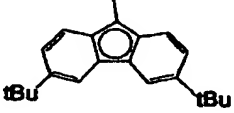

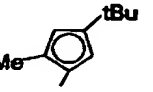
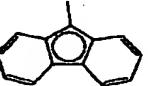

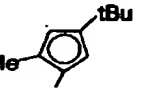
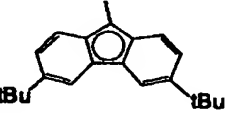

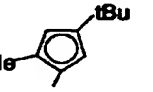
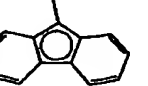

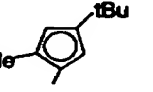
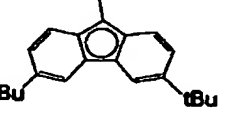

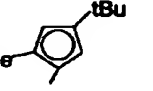
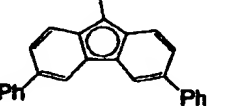

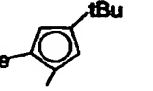
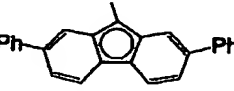

反応で得られたメタロセン化合物は、抽出、再結晶、昇華等の方法により、単離・精製を行うことができる。

【0064】

以下に本発明における上記メタロセン化合物の具体例を示すが、特にこれによって本発明の範囲が限定されるものではない。なお、表記上、Cp（シクロペンタジェニル環部分）、Flu（フルオレニル環部分）、Bridge（架橋部分）、MQj（金属部分）の4つに分けて具体例を表示した。

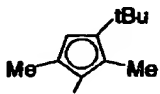
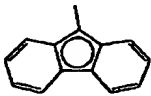

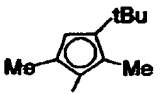
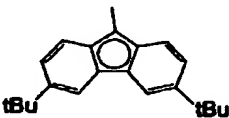

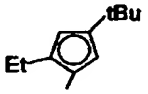
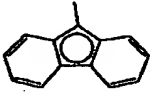

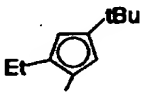
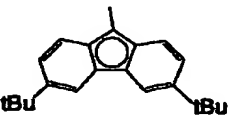

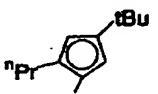
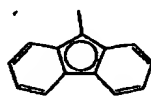

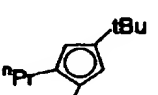
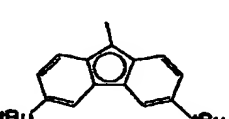

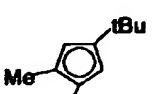
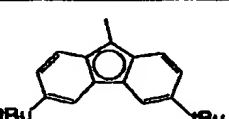

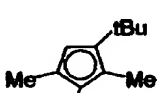
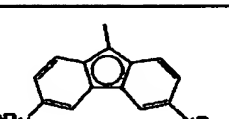

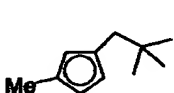
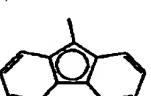

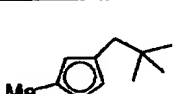
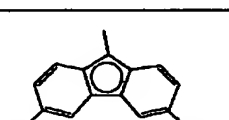

【0065】

【化 4 9】

Cp	Flu	Bridge	MQ _i
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂

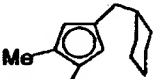
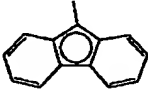

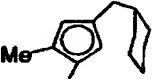
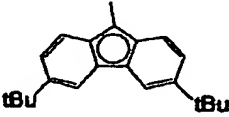

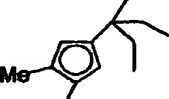
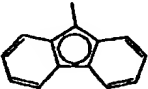

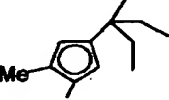
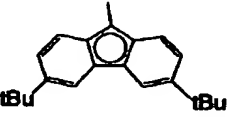

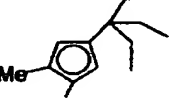
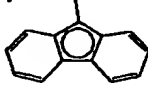

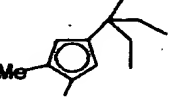
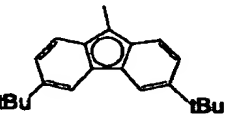

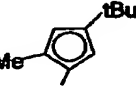
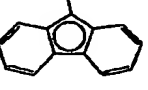

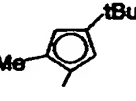
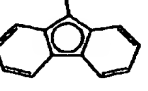

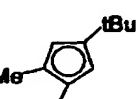
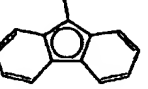

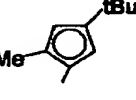
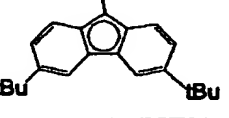

【0 0 6 6】

【化 50】

Cp	Flu	Bridge	MQ _j
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂

【0067】

【化 51】

Cp	Flu	Bridge	MQ _i
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrCl ₂
			ZrBr ₂
			ZrMe ₂
			ZrMe ₂

【0068】

本発明の方法によって製造されたメタロセン化合物は、不必要な異性体を含ま

ない為に、例えばオレフィン重合用触媒として用いた時にアタクティックな重合体をほとんど生成しない等、好ましい結果を得ることができる。以下にオレフィン重合用触媒として用いる場合の好ましい態様につき具体的に説明する。

本発明の方法によって製造されたメタロセン化合物をオレフィン重合用触媒として用いる場合、触媒成分は

- (A) 上記一般式 [1] または [2] で表されるメタロセン化合物と、
 - (B) (B-1) 有機金属化合物、
 - (B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物、および
 - (B-3) メタロセン化合物 (A) と反応してイオン対を形成する化合物
- から選ばれる少なくとも 1 種の化合物、

さらに必要に応じて、

- (C) 微粒子状担体
- から構成される。

【0069】

以下に触媒を形成する成分 (B)、成分 (C) について具体的に説明する。

(B-1) 有機金属化合物

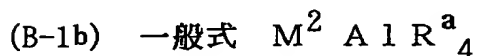
本発明で用いられる (B-1) 有機金属化合物として、具体的には下記のような周期表第 1、2 族および第 12、13 族の有機金属化合物が用いられる。



(式中、 R^a および R^b は、互いに同一でも異なってもよく、炭素原子数が 1～15、好ましくは 1～4 の炭化水素基を示し、X はハロゲン原子を示し、m は $0 < m \leq 3$ 、n は $0 \leq n < 3$ 、p は $0 \leq p < 3$ 、q は $0 \leq q < 3$ の数であり、かつ $m + n + p + q = 3$ である。)

で表される有機アルミニウム化合物。

【0070】



(式中、 M^2 は Li、Na または K を示し、 R^a は炭素原子数が 1～15、好ましくは 1～4 の炭化水素基を示す。)

で表される 1 族金属とアルミニウムとの錯アルキル化物。

(B-1c) 一般式 $R^a R^b M^3$

(式中、 R^a および R^b は、互いに同一でも異なってもよく、炭素原子数が 1 ~ 1 5、好ましくは 1 ~ 4 の炭化水素基を示し、 M^3 は Mg、Zn または Cd を示す。)

で表される 2 族または 1 2 族金属のジアルキル化合物。

【0 0 7 1】

前記(B-1a)に属する有機アルミニウム化合物としては、次のような化合物などを例示できる。

一般式 $R_m^a Al (OR^b)_{3-m}$

(式中、 R^a および R^b は、互いに同一でも異なってもよく、炭素原子数が 1 ~ 1 5、好ましくは 1 ~ 4 の炭化水素基を示し、m は好ましくは 1、 $5 \leq m \leq 3$ の数である。)

で表される有機アルミニウム化合物、

一般式 $R_m^a Al X_{3-m}$

(式中、 R^a は炭素原子数が 1 ~ 1 5、好ましくは 1 ~ 4 の炭化水素基を示し、X はハロゲン原子を示し、m は好ましくは $0 < m < 3$ である。)

で表される有機アルミニウム化合物、

一般式 $R_m^a Al H_{3-m}$

(式中、 R^a は炭素原子数が 1 ~ 1 5、好ましくは 1 ~ 4 の炭化水素基を示し、m は好ましくは $2 \leq m < 3$ である。)

で表される有機アルミニウム化合物、

一般式 $R_m^a Al (OR^b)_n X_q$

(式中、 R^a および R^b は、互いに同一でも異なってもよく、炭素原子数が 1 ~ 1 5、好ましくは 1 ~ 4 の炭化水素基を示し、X はハロゲン原子を示し、m は $0 < m \leq 3$ 、n は $0 \leq n < 3$ 、q は $0 \leq q < 3$ の数であり、かつ $m + n + q = 3$ である。)

で表される有機アルミニウム化合物。

【0 0 7 2】

(B-1a)に属するアルミニウム化合物としてより具体的には

トリメチルアルミニウム、トリエチルアルミニウム、トリn-ブチルアルミニウム、トリプロピルアルミニウム、トリペンチルアルミニウム、トリヘキシルアルミニウム、トリオクチルアルミニウム、トリデシルアルミニウムなどのトリn-アルキルアルミニウム；

トリイソプロピルアルミニウム、トリイソブチルアルミニウム、トリsec-ブチルアルミニウム、トリ tert-ブチルアルミニウム、トリ2-メチルブチルアルミニウム、トリ3-メチルブチルアルミニウム、トリ2-メチルペンチルアルミニウム、トリ3-メチルペンチルアルミニウム、トリ4-メチルペンチルアルミニウム、トリ2-メチルヘキシルアルミニウム、トリ3-メチルヘキシルアルミニウム、トリ2-エチルヘキシルアルミニウムなどのトリ分岐鎖アルキルアルミニウム；

トリシクロヘキシルアルミニウム、トリシクロオクチルアルミニウムなどのトリシクロアルキルアルミニウム；

トリフェニルアルミニウム、トリトリルアルミニウムなどのトリアリールアルミニウム；

ジイソブチルアルミニウムハイドライド、ジイソブチルアルミニウムハイドライドなどのジアルキルアルミニウムハイドライド；

$(i-C_4H_9)_x Al_y (C_5H_{10})_z$ (式中、x、y、zは正の数であり、 $z \geq 2x$ である。)などで表されるイソプレニルアルミニウムなどのアルケニルアルミニウム；

イソブチルアルミニウムメトキシド、イソブチルアルミニウムエトキシド、イソブチルアルミニウムイソプロポキシドなどのアルキルアルミニウムアルコキシド；

ジメチルアルミニウムメトキシド、ジエチルアルミニウムエトキシド、ジブチルアルミニウムブトキシドなどのジアルキルアルミニウムアルコキシド；

エチルアルミニウムセスキエトキシド、ブチルアルミニウムセスキブトキシドなどのアルキルアルミニウムセスキアルコキシド；

$R^{a}_{2.5} Al (OR^b)_{0.5}$ などで表される平均組成を有する部分的にアルコキシ化されたアルキルアルミニウム；

ジエチルアルミニウムフェノキシド、ジエチルアルミニウム (2,6-ジ-t-ブチ

ル-4-メチルフェノキシド)、エチルアルミニウムビス(2,6-ジ-*t*-ブチル-4-メチルフェノキシド)、ジイソブチルアルミニウム(2,6-ジ-*t*-ブチル-4-メチルフェノキシド)、イソブチルアルミニウムビス(2,6-ジ-*t*-ブチル-4-メチルフェノキシド)などのアルキルアルミニウムアリーロキシド;

ジメチルアルミニウムクロリド、ジエチルアルミニウムクロリド、ジブチルアルミニウムクロリド、ジエチルアルミニウムブロミド、ジイソブチルアルミニウムクロリドなどのジアルキルアルミニウムハライド;

エチルアルミニウムセスキクロリド、ブチルアルミニウムセスキクロリド、エチルアルミニウムセスキブロミドなどのアルキルアルミニウムセスキハライド;

エチルアルミニウムジクロリド、プロピルアルミニウムジクロリド、ブチルアルミニウムジブロミドなどのアルキルアルミニウムジハライドなどの部分的にハロゲン化されたアルキルアルミニウム;

ジエチルアルミニウムヒドリド、ジブチルアルミニウムヒドリドなどのジアルキルアルミニウムヒドリド;

エチルアルミニウムジヒドリド、プロピルアルミニウムジヒドリドなどのアルキルアルミニウムジヒドリドなどその他の部分的に水素化されたアルキルアルミニウム;

エチルアルミニウムエトキシクロリド、ブチルアルミニウムブトキシクロリド、エチルアルミニウムエトキシブロミドなどの部分的にアルコキシ化およびハロゲン化されたアルキルアルミニウムなどを挙げることができる。

【0073】

また(B-1a)に類似する化合物も使用することができ、たとえば窒素原子を介して2以上のアルミニウム化合物が結合した有機アルミニウム化合物を挙げることができる。このような化合物として具体的には、

$(C_2H_5)_2AlN(C_2H_5)Al(C_2H_5)_2$
などを挙げることができる。

【0074】

前記(B-1b)に属する化合物としては、

$LiAl(C_2H_5)_4$

$\text{LiAl}(\text{C}_7\text{H}_{15})_4$ などを挙げるができる。

さらにその他にも、(B-1) 有機金属化合物としては、メチルリチウム、エチルリチウム、プロピルリチウム、ブチルリチウム、メチルマグネシウムブロミド、メチルマグネシウムクロリド、エチルマグネシウムブロミド、エチルマグネシウムクロリド、プロピルマグネシウムブロミド、プロピルマグネシウムクロリド、ブチルマグネシウムブロミド、ブチルマグネシウムクロリド、ジメチルマグネシウム、ジエチルマグネシウム、ジブチルマグネシウム、ブチルエチルマグネシウムなどを使用することもできる。

【0075】

また重合系内で上記有機アルミニウム化合物が形成されるような化合物、たとえばハロゲン化アルミニウムとアルキルリチウムとの組合せ、またはハロゲン化アルミニウムとアルキルマグネシウムとの組合せなどを使用することもできる。

これらのうち、有機アルミニウム化合物が好ましい。

上記のような(B-1) 有機金属化合物は、1 種単独でまたは2 種以上組み合わせて用いられる。

【0076】

(B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物

本発明で用いられる(B-2) 有機アルミニウムオキシ化合物は、従来公知のアルミノキサンであってもよく、また特開平 2 - 7 8 6 8 7 号公報に例示されているようなベンゼン不溶性の有機アルミニウムオキシ化合物であってもよい。

従来公知のアルミノキサンは、たとえば下記のような方法によって製造することができ、通常、炭化水素溶媒の溶液として得られる。

(1) 吸着水を含む化合物または結晶水を含む塩類、たとえば塩化マグネシウム水和物、硫酸銅水和物、硫酸アルミニウム水和物、硫酸ニッケル水和物、塩化第 1 セリウム水和物などの炭化水素媒体懸濁液に、トリアルキルアルミニウムなどの有機アルミニウム化合物を添加して、吸着水または結晶水と有機アルミニウム化合物とを反応させる方法。

(2) ベンゼン、トルエン、エチルエーテル、テトラヒドロフランなどの媒体中で、トリアルキルアルミニウムなどの有機アルミニウム化合物に直接水、氷また

は水蒸気を作用させる方法。

(3) デカン、ベンゼン、トルエンなどの媒体中でトリアルキルアルミニウムなどの有機アルミニウム化合物に、ジメチルスズオキシド、ジブチルスズオキシドなどの有機スズ酸化物を反応させる方法。

【0077】

なお該アルミノキサンは、少量の有機金属成分を含有してもよい。また回収された上記のアルミノキサンの溶液から溶媒または未反応有機アルミニウム化合物を蒸留して除去した後、溶媒に再溶解またはアルミノキサンの貧溶媒に懸濁させてもよい。

アルミノキサンを調製する際に用いられる有機アルミニウム化合物として具体的には、前記(B-1a)に属する有機アルミニウム化合物として例示したものと同様の有機アルミニウム化合物を挙げることができる。

【0078】

これらのうち、トリアルキルアルミニウム、トリシクロアルキルアルミニウムが好ましく、トリメチルアルミニウムが特に好ましい。

上記のような有機アルミニウム化合物は、1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

なお、トリメチルアルミニウムから調製されるアルミノキサンは、メチルアルミノキサンあるいはMAOと呼ばれ、特によく用いられる化合物である。

【0079】

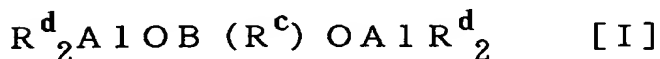
アルミノキサンの調製に用いられる溶媒としては、ベンゼン、トルエン、キシレン、クメン、シメンなどの芳香族炭化水素、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、ヘキサデカン、オクタデカンなどの脂肪族炭化水素、シクロペンタン、シクロヘキサン、シクロオクタン、メチルシクロペンタンなどの脂環族炭化水素、ガソリン、灯油、軽油などの石油留分または上記芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、脂環族炭化水素のハロゲン化物とりわけ、塩素化物、臭素化物などの炭化水素溶媒が挙げられる。さらにエチルエーテル、テトラヒドロフランなどのエーテル類を用いることもできる。これらの溶媒のうち特に芳香族炭化水素または脂肪族炭化水素が好ましい。

【0080】

また本発明で用いられるベンゼン不溶性の有機アルミニウムオキシ化合物は、60℃のベンゼンに溶解するAl成分がAl原子換算で通常10%以下、好ましくは5%以下、特に好ましくは2%以下であり、ベンゼンに対して不溶性または難溶性である。

本発明で用いられる有機アルミニウムオキシ化合物としては、下記一般式【I】で表されるボロンを含んだ有機アルミニウムオキシ化合物を挙げることができる。

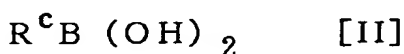
【0081】



(式中、 R^c は炭素原子数が1～10の炭化水素基を示す。 R^d は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子または炭素原子数が1～10の炭化水素基を示す。)

前記一般式【I】で表されるボロンを含んだ有機アルミニウムオキシ化合物は、下記一般式【II】で表されるアルキルボロン酸と有機アルミニウム化合物とを、不活性ガス雰囲気下に不活性溶媒中で、-80℃～室温の温度で1分～24時間反応させることにより製造できる。

【0082】



(式中、 R^c は前記と同じ基を示す。)

前記一般式【II】で表されるアルキルボロン酸の具体的なものとしては、メチルボロン酸、エチルボロン酸、イソプロピルボロン酸、n-プロピルボロン酸、n-ブチルボロン酸、イソブチルボロン酸、n-ヘキシルボロン酸、シクロヘキシルボロン酸、フェニルボロン酸、3,5-ジフルオロボロン酸、ペンタフルオロフェニルボロン酸、3,5-ビス(トリフルオロメチル)フェニルボロン酸などが挙げられる。これらの中では、メチルボロン酸、n-ブチルボロン酸、イソブチルボロン酸、3,5-ジフルオロフェニルボロン酸、ペンタフルオロフェニルボロン酸が好ましい。これらは1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

【0083】

このようなアルキルボロン酸と反応させる有機アルミニウム化合物として具体的には、上述した(B-1)に属する有機アルミニウム化合物として例示したものと同様の有機アルミニウム化合物を挙げることができる。

これらのうち、トリアルキルアルミニウム、トリシクロアルキルアルミニウムが好ましく、特にトリメチルアルミニウム、トリエチルアルミニウム、トリスイソブチルアルミニウムが好ましい。これらは1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

【0084】

上記のような(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物は、1種単独でまたは2種以上組み合わせて用いられる。

(B-3) メタロセン化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物

本発明で用いられるメタロセン化合物(A)と反応してイオン対を形成する化合物(B-3) (以下、「イオン化イオン性化合物」という。)としては、特開平1-501950号公報、特開平1-502036号公報、特開平3-179005号公報、特開平3-179006号公報、特開平3-207703号公報、特開平3-207704号公報、USP-5321106号などに記載されたルイス酸、イオン性化合物、ボラン化合物およびカルボラン化合物などを挙げることができる。

【0085】

具体的には、ルイス酸としては、 BR_3 (Rは、フッ素、メチル基、トリフルオロメチル基などの置換基を有していてもよいフェニル基またはフッ素である。)で示される化合物が挙げられ、たとえば

トリフルオロボロン、トリフェニルボロン、トリス(4-フルオロフェニル)ボロン、トリス(3,5-ジフルオロフェニル)ボロン、トリス(4-フルオロメチルフェニル)ボロン、トリス(ペンタフルオロフェニル)ボロン、トリス(p-トリル)ボロン、トリス(o-トリル)ボロン、トリス(3,5-ジメチルフェニル)ボロンなどが挙げられる。

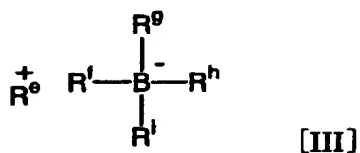
【0086】

イオン化イオン性化合物としては、たとえば下記一般式[III]で表される化

化合物が挙げられる。

【0087】

【化52】



【0088】

式中、 R^e としては、 H^+ 、カルボニウムカチオン、オキシニウムカチオン、アンモニウムカチオン、ホスホニウムカチオン、シクロヘプチルトリエニルカチオン、遷移金属を有するフェロセニウムカチオンなどが挙げられる。

$\text{R}^f \sim \text{R}^i$ は、互いに同一でも異なってもよく、有機基、好ましくはアリール基または置換アリール基である。

【0089】

前記カルボニウムカチオンとして具体的には、トリフェニルカルボニウムカチオン、トリ（メチルフェニル）カルボニウムカチオン、トリ（ジメチルフェニル）カルボニウムカチオンなどの三置換カルボニウムカチオンなどが挙げられる。

前記アンモニウムカチオンとして具体的には、トリメチルアンモニウムカチオン、トリエチルアンモニウムカチオン、トリプロピルアンモニウムカチオン、トリブチルアンモニウムカチオン、トリ（*n*-ブチル）アンモニウムカチオンなどのトリアルキルアンモニウムカチオン、*N,N*-ジメチルアニリニウムカチオン、*N,N*-ジエチルアニリニウムカチオン、*N,N*-2,4,6-ペンタメチルアニリニウムカチオンなどの*N,N*-ジアルキルアニリニウムカチオン；ジ（イソプロピル）アンモニウムカチオン、ジシクロヘキシルアンモニウムカチオンなどのジアルキルアンモニウムカチオンなどが挙げられる。

【0090】

前記ホスホニウムカチオンとして具体的には、トリフェニルホスホニウムカチオン、トリ（メチルフェニル）ホスホニウムカチオン、トリ（ジメチルフェニル）ホスホニウムカチオンなどのトリアリールホスホニウムカチオンなどが挙げら

れる。

R^e としては、カルボニウムカチオン、アンモニウムカチオンなどが好ましく、特にトリフェニルカルボニウムカチオン、N,N-ジメチルアニリニウムカチオン、N,N-ジエチルアニリニウムカチオンが好ましい。

【0091】

またイオン化イオン性化合物として、トリアルキル置換アンモニウム塩、N,N-ジアルキルアニリニウム塩、ジアルキルアンモニウム塩、トリアリールホスフォニウム塩などを挙げることもできる。

トリアルキル置換アンモニウム塩として具体的には、たとえばトリエチルアンモニウムテトラ（フェニル）ホウ素、トリプロピルアンモニウムテトラ（フェニル）ホウ素、トリ（n-ブチル）アンモニウムテトラ（フェニル）ホウ素、トリメチルアンモニウムテトラ（p-トリル）ホウ素、トリメチルアンモニウムテトラ（o-トリル）ホウ素、トリ（n-ブチル）アンモニウムテトラ（ペンタフルオロフェニル）ホウ素、トリプロピルアンモニウムテトラ（o,p-ジメチルフェニル）ホウ素、トリ（n-ブチル）アンモニウムテトラ（m,m-ジメチルフェニル）ホウ素、トリ（n-ブチル）アンモニウムテトラ（p-トリフルオロメチルフェニル）ホウ素、トリ（n-ブチル）アンモニウムテトラ（3,5-ジトリフルオロメチルフェニル）ホウ素、トリ（n-ブチル）アンモニウムテトラ（o-トリル）ホウ素などが挙げられる。

【0092】

N,N-ジアルキルアニリニウム塩として具体的には、たとえばN,N-ジメチルアニリニウムテトラ（フェニル）ホウ素、N,N-ジエチルアニリニウムテトラ（フェニル）ホウ素、N,N-2,4,6-ペンタメチルアニリニウムテトラ（フェニル）ホウ素などが挙げられる。

ジアルキルアンモニウム塩として具体的には、たとえばジ（1-プロピル）アンモニウムテトラ（ペンタフルオロフェニル）ホウ素、ジシクロヘキシルアンモニウムテトラ（フェニル）ホウ素などが挙げられる。

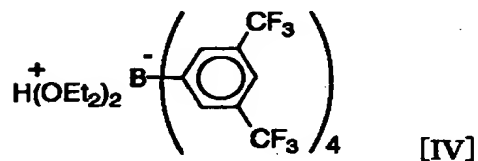
【0093】

さらにイオン化イオン性化合物として、トリフェニルカルベニウムテトラキス

(ペンタフルオロフェニル) ボレート、N,N-ジメチルアニリニウムテトラキス (ペンタフルオロフェニル) ボレート、フェロセニウムテトラ (ペンタフルオロフェニル) ボレート、トリフェニルカルベニウムペンタフェニルシクロペンタジエニル錯体、N,N-ジエチルアニリニウムペンタフェニルシクロペンタジエニル錯体、下記式 [IV] または [V] で表されるホウ素化合物などを挙げることもできる。

【0094】

【化53】

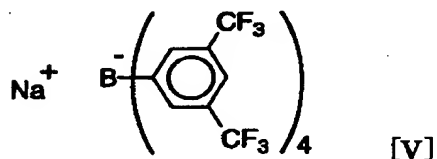


【0095】

(式中、Et はエチル基を示す。)

【0096】

【化54】



【0097】

ボラン化合物として具体的には、たとえば

デカボラン (14)、

ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ノナボレート、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] デカボレート、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ウンデカボレート、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ドデカボレート、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] デカクロロデカボレート、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ドデカクロロドデカボレートなどのアニオンの塩、

トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ドデカハイドライドドデカボレート) コバルト酸塩 (III)、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ビス (ドデカハイドライドドデカボレート) ニッケル酸塩 (III)などの金属ボランアニオンの塩などが挙げられる。

【0098】

カルボラン化合物として具体的には、たとえば4-カルバノナボラン (14)、1,3-ジカルバノナボラン (13)、6,9-ジカルバデカボラン (14)、ドデカハイドライド-1-フェニル-1,3-ジカルバノナボラン、ドデカハイドライド-1-メチル-1,3-ジカルバノナボラン、ウンデカハイドライド-1,3-ジメチル-1,3-ジカルバノナボラン、7,8-ジカルバウンデカボラン (13)、2,7-ジカルバウンデカボラン (13)、ウンデカハイドライド-7,8-ジメチル-7,8-ジカルバウンデカボラン、ドデカハイドライド-11-メチル-2,7-ジカルバウンデカボラン、トリ (n-ブチル) アンモニウム1-カルバデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウム1-カルバウンデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウム1-カルバドデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウム1-トリメチルシリル-1-カルバデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウムプロモ-1-カルバドデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウム6-カルバデカボレート (14)、トリ (n-ブチル) アンモニウム6-カルバデカボレート (12)、トリ (n-ブチル) アンモニウム7-カルバウンデカボレート (13)、トリ (n-ブチル) アンモニウム7,8-ジカルバウンデカボレート (12)、トリ (n-ブチル) アンモニウム2,9-ジカルバウンデカボレート (12)、トリ (n-ブチル) アンモニウムドデカハイドライド-8-メチル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウムウンデカハイドライド-8-エチル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウムウンデカハイドライド-8-ブチル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウムウンデカハイドライド-8-アリル-7,9-ジカルバウンデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウムウンデカハイドライド-9-トリメチルシリル-7,8-ジカルバウンデカボレート、トリ (n-ブチル) アンモニウムウンデカハイドライド-4,6-ジプロモ-7-カルバウンデカボレートなどのアニオンの塩；

トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ノナハイドライド-1,3-ジカルバノナボ

レート) コバルト酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート) 鉄酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート) コバルト酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート) ニッケル酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート) 銅酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ウンデカハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート) 金酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ノナハイドライド-7,8-ジメチル-7,8-ジカルバウンデカボレート) 鉄酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (ノナハイドライド-7,8-ジメチル-7,8-ジカルバウンデカボレート) クロム酸塩 (III)、トリ (n-ブチル) アンモニウムビス (トリプロモオクタハイドライド-7,8-ジカルバウンデカボレート) コバルト酸塩 (III)、トリス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ビス (ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート) クロム酸塩 (III)、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ビス (ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート) マンガン酸塩 (IV)、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ビス (ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート) コバルト酸塩 (III)、ビス [トリ (n-ブチル) アンモニウム] ビス (ウンデカハイドライド-7-カルバウンデカボレート) ニッケル酸塩 (IV) などの金属カルボランアニオンの塩などが挙げられる。

【0099】

上記のような (B-3) イオン化イオン性化合物は、1 種単独でまたは 2 種以上組み合わせて用いられる。

(C) 微粒子状担体

本発明で必要に応じて用いられる (C) 微粒子状担体は、無機または有機の化合物であって、粒径が $5 \sim 300 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \sim 200 \mu\text{m}$ の顆粒状ないしは微粒子状の固体が使用される。このうち無機化合物としては多孔質酸化物が好ましく、具体的には SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 ZrO 、 TiO_2 、 B_2O_3 、 CaO 、 ZnO 、 BaO 、 ThO_2 など、またはこれらを含む混合物、たとえば $\text{SiO}_2\text{-MgO}$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2\text{-V}_2$

SiO_2 、 $\text{SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-MgO}$ などを例示することができる。これらの中で SiO_2 および Al_2O_3 からなる群から選ばれた少なくとも1種の成分を主成分とするものが好ましい。

【0100】

なお、上記無機酸化物には少量の Na_2CO_3 、 K_2CO_3 、 CaCO_3 、 MgCO_3 、 Na_2SO_4 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 BaSO_4 、 KNO_3 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O などの炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、酸化物成分を含有していても差しつかえない。

このような(C)微粒子状担体は、種類および製法によりその性状は異なるが、比表面積が $50\sim 1000\text{ m}^2/\text{g}$ 、好ましくは $100\sim 800\text{ m}^2/\text{g}$ の範囲にあり、細孔容積が $0.3\sim 3.0\text{ cm}^3/\text{g}$ の範囲にあることが望ましい。該担体は、必要に応じて $80\sim 1000^\circ\text{C}$ 、好ましくは $100\sim 800^\circ\text{C}$ で焼成して用いられる。

【0101】

さらに、本発明に用いることのできる微粒子状担体(C)としては、粒径が $5\sim 300\text{ }\mu\text{m}$ の範囲にある有機化合物の顆粒状ないしは微粒子状固体を挙げることができる。これら有機化合物としては、エチレン、プロピレン、1-ブテン、4-メチル-1-ペンテンなどの炭素原子数が $2\sim 14$ の α -オレフィンの主成分として生成される重合体もしくは共重合体、またはビニルシクロヘキサン、スチレンを主成分として生成される重合体もしくは共重合体、またはこれら重合体にアクリル酸、アクリル酸エステル、無水マレイン酸等の極性モノマーを共重合またはグラフト重合させて得られる、極性官能基を有する重合体を例示することができる。

【0102】

重合の際には、各触媒成分の使用法、添加順序は任意に選ばれるが、以下のような方法が例示される。

(1) 成分(A)と、(B-1)有機金属化合物、(B-2)有機アルミニウムオキシ化合物および(B-3)イオン化イオン性化合物から選ばれる少なくとも1種の成分(B)(以下単に「成分(B)」という。)とを任意の順序で重合器に添加する方法

- (2) 成分 (A) と成分 (B) を予め接触させた触媒を重合器に添加する方法。
- (3) 成分 (A) と成分 (B) を予め接触させた触媒成分、および成分 (B) を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合成分 (B) は、同一でも異なってもよい。
- (4) 成分 (A) を微粒子状担体 (C) に担持した触媒成分、および成分 (B) を任意の順序で重合器に添加する方法。
- (5) 成分 (A) と成分 (B) とを微粒子状担体 (C) に担持した触媒を重合器に添加する方法。
- (6) 成分 (A) と成分 (B) とを微粒子状担体 (C) に担持した触媒成分、および成分 (B) を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合成分 (B) は、同一でも異なってもよい。
- (7) 成分 (B) を微粒子状担体 (C) に担持した触媒成分、および成分 (A) を任意の順序で重合器に添加する方法。
- (8) 成分 (B) を微粒子状担体 (C) に担持した触媒成分、成分 (A)、および成分 (B) を任意の順序で重合器に添加する方法。この場合成分 (B) は、同一でも異なってもよい。

【 0 1 0 3 】

上記の微粒子状担体 (C) に成分 (A) および成分 (B) が担持された固体触媒成分はオレフィンが予備重合されていてもよい。

本発明では、重合は溶解重合、懸濁重合などの液相重合法または気相重合法いずれにおいても実施できる。液相重合法において用いられる不活性炭化水素溶媒として具体的には、プロパン、ブタン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、灯油などの脂肪族炭化水素；シクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロペンタンなどの脂環族炭化水素；ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素；エチレンクロリド、クロルベンゼン、ジクロロメタンなどのハロゲン化炭化水素またはこれらの混合物などを挙げることができ、重合に用いる α -オレフィン自身を溶媒として用いることもできる。

【 0 1 0 4 】

重合を行うに際して、成分 (A) は、反応容積 1 リットル当り、通常 $10^{-8} \sim 10^{-2}$ モル、好ましくは $10^{-7} \sim 10^{-3}$ モルとなるような量で用いられる。

成分 (B-1) は、成分 (B-1) と、成分 (A) 中の遷移金属原子 (M) とのモル比 [(B-1) / M] が、通常 0.01 ~ 5000、好ましくは 0.05 ~ 2000 となるような量で用いられる。成分 (B-2) は、成分 (B-2) 中のアルミニウム原子と、成分 (A) 中の遷移金属原子 (M) とのモル比 [(B-2) / M] が、通常 10 ~ 5000、好ましくは 20 ~ 2000 となるような量で用いられる。成分 (B-3) は、成分 (B-3) と、成分 (A) 中の遷移金属原子 (M) とのモル比 [(B-3) / M] が、通常 1 ~ 10、好ましくは 1 ~ 5 となるような量で用いられる。

【0105】

また、このようなオレフィン重合触媒を用いたオレフィンの重合温度は、通常 $-50 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $0 \sim 170^{\circ}\text{C}$ の範囲である。重合圧力は、通常常圧 ~ 10 MPa ゲージ圧、好ましくは常圧 ~ 5 MPa ゲージ圧の条件下であり、重合反応は、回分式、半連続式、連続式のいずれの方法においても行うことができる。さらに重合を反応条件の異なる 2 段以上に分けて行うことも可能である。

【0106】

重合に際して生成ポリマーの分子量や重合活性を制御する目的で水素を添加することができ、その量はオレフィン 1 kg あたり 0.001 ~ 100 NL 程度が適当である。

本発明において、重合反応に供給されるオレフィンとしては、炭素数 2 ~ 20 のオレフィン、特に炭素数 2 ~ 10 の α -オレフィンが好ましい。具体的には、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、3-メチル-1-ブテン、3-メチル-1-ペンテン、3-エチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ペンテン、4-エチル-1-ヘキセン、3-エチル-1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン、1-エイコセン、ビニルシクロヘキサン、スチレン等が挙げられる。

【0107】

また、さらにブタジエン、1,4-ペンタジエン、1,5-ヘキサジエン、1,4-ヘキサ

ジエン等の炭素数 4 ～ 2 0 のジエン、あるいは、ジシクロペンタジエン、ノルボルネン、メチルノルボルネン、テトラシクロドデセン、メチルテトラシクロドデセン等の環状オレフィン、あるいは、アリルトリメチルシラン、ビニルトリメチルシラン等のケイ素含有オレフィン等が挙げられる。

【 0 1 0 8 】

これらのオレフィンは単独で重合しても、2 種類以上の組み合わせで重合してもよい。

【 0 1 0 9 】

【発明の効果】

本発明で見出されたメタロセン化合物の製造方法は、特定の望ましい構造を有するメタロセン化合物を選択的に製造する方法として優れており、工業的に極めて価値がある。

【 0 1 1 0 】

【実施例】

以下に実施例を示しさらに本発明を説明するが、本発明はこれら実施例に制限されるものではない。

なお本発明において、重合体の融点 (T_m) は、示差走査熱量測定 (DSC) によって、240℃で10分間保持した重合体サンプルを、30℃まで冷却して5分間保持した後に、10℃/分で昇温させたときの結晶溶融ピークから算出した。

【 0 1 1 1 】

分子量 (M_w , M_n) は、GPC (ゲルパーミエーションクロマトグラフィー) により測定した。

デカン可溶部量は、重合体を *n*-デカンで150℃、2時間処理した後に室温に戻し、*n*-デカンに溶解した重量%を測定した。

重合体の立体規則性 (mmmm、2,1-挿入、1,3-挿入) は ^{13}C -NMRスペクトル測定から算出した。

【 0 1 1 2 】

極限粘度 $[\eta]$ は135℃デカリン中で測定を行った。

MFR (メルトフローレート) は、ポリマーを 230℃ で 6 分間加熱した後、測定を行った。

【0113】

【実施例 1】

〔ジメチルメチレン (3-メチル-5-tert-ブチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドの合成〕

(1) 1-tert-ブチル-3-メチルシクロペンタジエン

窒素雰囲気下で tert-ブチルマグネシウムクロライド/ジエチルエーテル溶液 (450 ml、0.90 mol、2.0 mol/l 溶液) に脱水ジエチルエーテル (350 ml) を加えた溶液に、氷冷下で 0℃ を保ちながら 3-メチルシクロペンテノン (43.7 g、0.45 mmol) の脱水ジエチルエーテル (150 ml) 溶液を滴下し、さらに室温で 15 時間攪拌した。反応溶液に塩化アンモニウム (80.0 g、1.50 mol) の水 (350 ml) 溶液を、氷冷下で 0℃ を保ちながら滴下した。この溶液に水 (2500 ml) を加え攪拌した後、有機層を分離して水で洗浄した。この有機層に、氷冷下で 0℃ を保ちながら 10% 塩酸水溶液 (82 ml) を加えた後、室温で 6 時間攪拌した。この反応液の有機層を分離し、水、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液、水、飽和食塩水で洗浄した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥した。乾燥剤を濾過し、濾液から溶媒を留去して液体を得た。この液体を減圧蒸留 (45-47℃/10 mmHg) することにより 14.6 g の淡黄色の液体を得た。分析値を以下に示す。

【0114】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz、 CDCl_3 中、TMS 基準) δ 6.31 + 6.13 + 5.94 + 5.87 (s + s + t + d、2H)、3.04 + 2.95 (s + s、2H)、2.17 + 2.09 (s + s、3H)、1.27 (d、9H)

(2) 3-tert-ブチル-1,6,6-トリメチルフルベン

窒素雰囲気下で 1-tert-ブチル-3-メチルシクロペンタジエン (13.0 g、95.6 mmol) の脱水メタノール (130 ml) 溶液に、氷冷下で 0℃ を保ちながら脱水アセトン (55.2 g、950.4 mmol) を滴下し、更にピロリジン (68.0 g、956.1 mmol) を滴下した後、室温で 4 日間攪

拌した。反応液をジエチルエーテル (400 ml) で希釈後、水 (400 ml) を加えた。有機層を分離し、0.5 N の塩酸水溶液 (150 ml × 4)、水 (200 ml × 3) 飽和食塩水 (150 ml) で洗浄した後、無水硫酸マグネシウムで乾燥した。乾燥剤を濾過し、濾液から溶媒を留去して液体を得た。この液体を減圧蒸留 (70-80℃/0.1 mmHg) することにより 10.5 g の黄色の液体を得た。分析値を以下に示す。

【0115】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 中、TMS 基準) δ 6.23 (s, 1 H)、6.05 (d, 1 H)、2.23 (s, 3 H)、2.17 (d, 6 H)、1.17 (s, 9 H)

(3) 2-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-2-フルオレニルプロパン

フルオレン (10.1 g, 60.8 mmol) の THF (300 ml) 溶液に、氷冷下で n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (40 ml, 61.6 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で 5 時間攪拌した (濃褐色溶液)。この溶液を再度氷冷し、3-tert-ブチル-1,6,6-トリメチルフルベン (11.7 g, 66.5 mmol) の THF (300 ml) 溶液を窒素雰囲気下で滴下した。室温で 14 時間攪拌した後得られた褐色溶液を氷冷し、水 (200 ml) を加えた。ジエチルエーテルで抽出、分離した有機相を硫酸マグネシウムで乾燥した後、濾過し、濾液から溶媒を減圧下で除去して橙褐色オイルを得た。このオイルをシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: ヘキサン) で精製して 3.8 g の黄色オイルを得た。分析値を以下に示す。

【0116】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 中、TMS 基準) δ 7.70 (d, 4 H)、7.34-7.26 (m, 6 H)、7.18-7.11 (m, 6 H)、6.17 (s, 1 H)、6.01 (s, 1 H)、4.42 (s, 1 H)、4.27 (s, 1 H)、3.01 (s, 2 H)、2.87 (s, 2 H)、2.17 (s, 3 H)、1.99 (s, 3 H)、2.10 (s, 9 H)、1.99 (s, 9 H)、1.10 (s, 6 H)、1.07 (s, 6 H)

(4) ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライド

氷冷下で 2-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-2-フルオレニルプロパン (1.14 g, 3.3 mmol) のジエチルエーテル (25 ml) 溶液に n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (5.0 ml, 7.7 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で 14 時間攪拌して桃色スラリーを得た。このスラリーに -78℃ でジルコニウムテトラクロライド (0.77 g, 3.3 mmol) を加え、-78℃ で数時間攪拌し、室温で 65 時間攪拌した。得られた黒褐色スラリーを濾過し、濾物をジエチルエーテル 10 ml で洗浄した後、ジクロロメタンで抽出して赤色溶液を得た。この溶液の溶媒を減圧留去して 0.53 g の赤橙色の固体を得た。分析値を以下に示す。

【0117】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 中, TMS 基準) δ 8.11-8.02 (m, 3H)、7.82 (d, 1H)、7.56-7.45 (m, 2H)、7.23-7.17 (m, 2H)、6.08 (d, 1H)、5.72 (d, 1H)、2.59 (s, 3H)、2.41 (s, 3H)、2.30 (s, 3H)、1.08 (s, 9H)

【0118】

【実施例 2】

[シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドの合成]

(1) 3-tert-ブチル-5-メチル-6,6-ペンタメチレンフルベン

脱水メタノール (50 ml) に 1-tert-ブチル-3-メチルシクロペンタジエン (0.5 g, 3.68 mmol) とシクロヘキサノン (3.81 ml, 36.8 mmol) を加え、ピロリジン (3.07 ml, 36.8 mmol) を 0℃ で滴下し、室温で 7 日間反応させた。0℃ で水 (20 ml) を加え、エーテルで抽出した後、有機層を水洗、続いて無水硫酸マグネシウムで乾燥後、溶媒を留去して黄色液体 0.8 g を得た。分析値を以下に示す。

【0119】

$^1\text{H-NMR}$ (270MHz、 CDCl_3 中、TMS基準) δ 6.26 (s、1H)、6.10 (s、1H)、2.71 (dd、2H)、2.61 (dd、2H)、2.27 (d、3H)、1.80-1.61 (m、6H)、1.17 (s、9H)

(2) 1-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-1-フルオレニルシクロヘキサン

フルオレン (0.8g、4.5mmol) の THF (40ml) 溶液に、氷冷下で n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (2.9ml、4.6mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で6時間攪拌した。さらに、氷冷下でこの赤色溶液に 3-tert-ブチル-5-メチル-6,6-ペンタメチレンフルベン (1.0g、4.8mmol) の THF (15ml) 溶液を窒素雰囲気下で滴下し、室温で16時間攪拌した後に水 (30ml) を加えた。ジエチルエーテルで抽出、分離した有機相を硫酸マグネシウムで乾燥した後、濾過し、濾液から溶媒を減圧下で除去して淡黄色液体を得た。この液体をヘキサンを溶離液としてシリカゲルカラムに通し、得られたヘキサン溶液から溶媒を減圧下で除去して淡黄色固体を得た。

して 1.3g の淡黄色固体を得た。分析値を以下に示す。

【0120】

$^1\text{H-NMR}$ (270MHz、 CDCl_3 中、TMS基準) δ 7.64 (d、2H)、7.34-7.24 (m、4H)、7.16-7.10 (m、2H)、5.79 (s、1H)、4.02 (s、1H)、2.87-2.77 (s+s、3H)、2.26-2.00 (m、2H)、1.75-1.60 (s+s、3H)、1.55-1.23 (m、8H)、1.12 (d、9H)

(3) シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライド

氷冷下で 1-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-1-フルオレニルシクロヘキサン (1.3g、3.3mmol) の THF (40ml) 溶液に n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (4.8ml、6.8mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で16時間攪拌した。反応混合物から溶媒を減圧下で除去して赤橙色の固体を得た。この固体に -78℃ でジクロロメタン (

150 ml) を加えて攪拌溶解し、次いでこの溶液を -78°C に冷却したジルコニウムテトラクロライド (THF) 2 錯体 (1.1 g、2.9 mmol) のジクロロメタン (10 ml) 懸濁液に加え、 -78°C で6時間攪拌し、室温で一昼夜攪拌した。この反応溶液から溶媒を減圧下で除去し朱色の固体を得た。さらに、この固体をジエチルエーテルで抽出、セライト濾過し、濾液を濃縮することで析出した赤褐色の固体 18 mg を母液から分離した。分析値を以下に示す。

【0121】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz、 CDCl_3 中、TMS基準) δ 8.10 (m、2 H)、7.90 (d、1 H)、7.76 (d、1 H)、7.56–7.46 (m、2 H)、7.28–7.18 (m、2 H)、6.07 (d、1 H)、5.72 (d、1 H)、3.73 (br、1 H)、3.34 (br、1 H)、2.55–2.33 (m、2 H)、2.27 (s、3 H)、2.05–1.64 (m、6 H)、1.08 (s、9 H)

【0122】

【参考例】

〔3,6-ジ-tert-ブチルフルオレンの合成〕

(1) 4,4'-Di-t-butyl-diphenylmethaneの合成

300 ml 二口フラスコを十分に窒素置換し、 AlCl_3 38.4 g (289 mmol) を入れ、 CH_3NO_2 80 ml を加えて溶解しこれを 1. の溶液とした。滴下ローと磁気攪拌子を備えた 500 ml 三口フラスコを十分に窒素置換し、これに diphenylmethane 25.6 g (152 mmol) と 2,6-di-t-butyl-4-methylphenol 43.8 g (199 mmol) を入れ、 CH_3NO_2 80 ml を加えて溶解した。攪拌しながら氷浴で冷却した。1. の溶液を 35 分かけて滴下した後、反応液を 12°C で 1 h 攪拌した。反応液を氷水 500 ml 中に注ぎ、ヘキサン 800 ml で抽出した。有機層を 5% aq NaOH 600 ml で洗浄、続いて MgSO_4 で乾燥した。 MgSO_4 をろ別後、溶媒をエバポレートして得られたオイルを -78°C に冷却して固体を析出させ、それをろ過で回収し、EtOH 300 ml で洗浄した。減圧下乾燥して 4,4'-Di-t-butyl-diphenylmethane を得た。収量 18.9 g

(2) 2,2'-Diiido-4,4'-Di-t-butyl-diphenylmethaneの合成

磁気攪拌子を備えた 200 ml のフラスコに 4,4'-Di-*t*-butyldiphenylmethane 1.95 g (6.96 mmol) と HIO_4 0.78 g (3.48 mmol)、 I_2 1.55 g (6.12 mmol)、 $\text{concH}_2\text{SO}_4$ 0.48 ml を入れた。これに酢酸 17.5 ml、水 3.75 ml を加え、攪拌しながら 90℃ に加熱し 5 h 反応させた。反応液を氷水 50 ml 中に注ぎ、 Et_2O で抽出した。有機層を飽和 aqNaHSO_4 100 ml で洗浄、続いて Na_2CO_3 を添加し、攪拌後 Na_2CO_3 をろ別。さらに有機層を水 800 ml で洗浄後、 Mg_2SO_4 を加えて乾燥した。 Mg_2SO_4 をろ別後、溶媒を留去して黄色オイルを得た。カラムクロマトグラフィにより精製し、2,2'-Diiodo-4,4'-Di-*t*-butyldiphenylmethane を得た。収量 3.21 g

(3) 3,6-di-*t*-Butylfluorene の合成

50 ml 二口フラスコに 2,2'-Diiodo-4,4'-Di-*t*-butyldiphenylmethane 3.21 g (6.03 mmol)、銅粉 2.89 g (47.0 mmol) を入れ、230℃ に加熱し、攪拌しながら 5 h r 反応させた。アセトンで抽出し、溶媒留去の後、赤褐色オイルを得た。カラムクロマトグラフィにより薄黄色のオイルを得た。未反応原料を含むフラクションは再度カラムにかけて目的物のみ回収した。メタノールで再結晶して白色固体を得た。収量 1.08 g

【0123】

【実施例 3】

〔ジメチルメチレン (3-*tert*-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-*tert*-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドの合成〕

(1) 2-(3-*tert*-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-2-(3,6-ジ-*tert*-ブチルフルオレニル) プロパン

3,6-ジ-*tert*-ブチルフルオレン (0.9 g、3.4 mmol) の THF (30 ml) 溶液に、氷冷下で *n*-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (2.1 ml、3.4 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で 6 時間攪拌した。さらに、氷冷下でこの赤色溶液に 3-*tert*-ブチル-5,6,6-トリメチルフルベン (0.6 g、3.5 mmol) の THF (15 ml) 溶液を窒素雰囲気下で滴下し、室温で 12 時間攪拌した後に水 (30 ml) を加えた。ジエチルエーテルで抽出、分離した有機相を硫酸マグネシウムで乾燥した後、濾過し、濾液から溶

媒を減圧下で除去して固体を得た。この固体を熱メタノールから再結晶して1.2 gの淡黄色の固体を得た。分析値を以下に示す。

【0124】

$^1\text{H-NMR}$ (270MHz, CDCl_3 中、TMS基準) δ 7.72 (d、2H)、7.18-7.05 (m、4H)、6.18-5.99 (s+s、1H)、4.32-4.18 (s+s、1H)、3.00-2.90 (s+s、2H)、2.13-1.98 (t+s、3H)、1.38 (s、18H)、1.19 (s、9H)、1.10 (d、6H)

(2) ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライド

氷冷下で2-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-2-(3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) プロパン (1.3 g、2.8 mmol) のジエチルエーテル (40 ml) 溶液にn-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (3.6 ml、5.8 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で16時間攪拌した。反応混合物から溶媒を減圧下で除去して赤橙色の固体を得た。この固体に-78℃でジクロロメタン (150 ml) を加えて攪拌溶解し、次いでこの溶液を-78℃に冷却したジルコニウムテトラクロライド (THF) 2錯体 (1.0 g、2.7 mmol) のジクロロメタン (10 ml) 懸濁液に加え、-78℃で6時間攪拌し、室温で一昼夜攪拌した。この反応溶液から溶媒を減圧下で除去しオレンジ色の固体を得た。さらに、この固体をトルエンで抽出、セライト濾過し、濾液から溶媒を減圧下で除去した後、ジエチルエーテルから再結晶し0.18 gのオレンジ色の固体を得た。分析値を以下に示す。

【0125】

$^1\text{H-NMR}$ (270MHz, CDCl_3 中、TMS基準) δ 7.98 (dd、2H)、7.90 (d、1H)、7.69 (d、1H)、7.32-7.25 (m、2H)、6.01 (d、1H)、5.66 (d、1H)、2.54 (s、3H)、2.36 (s、3H)、2.28 (s、1H)、1.43 (d、18H)、1.08 (s、9H)

【0126】

【実施例 4】

[シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)
(3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドの合成]

(1) 1-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-1-(3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) シクロヘキサン

窒素雰囲気下、3,6-ジ-tert-ブチルフルオレン (0.81 g、2.91 mmol) の THF (40 ml) 溶液に、n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (1.91 ml、3.06 mmol) を 0℃ で滴下後、室温で 16 時間攪拌した。続けて窒素雰囲気下、この溶液に 3-tert-ブチル-5-メチル-6,6-ペンタメチレンフルベン (0.69 g、3.20 mmol) の THF (30 ml) 溶液を 0℃ で滴下し、室温で 16 時間攪拌し、反応させた。反応後、水 (30 ml) を加え、エーテルで抽出し、有機相を無水硫酸マグネシウムで乾燥して得られた溶液を減圧下で溶媒を留去して黄色固体 1.26 g を得た。分析値を以下に示す。

【0127】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz、 CDCl_3 中、TMS 基準) δ 7.64 (d、2 H)、7.22 (d、2 H)、7.15 (d、d、2 H)、6.10、5.76 (1 H)、3.89 (s、1 H)、2.82-2.58 (2 H)、1.70 (s、3 H)、1.38 (s、18 H)、1.09 (s、9 H)、2.26-1.25 (10 H)

(2) シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライド

氷冷下で 1-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-1-(3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) シクロヘキサン (1.22 g、2.47 mmol) の THF (50 ml) 溶液に n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (3.39 ml、5.43 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で 16 時間攪拌した。反応混合物から溶媒を減圧下で除去し、赤橙色の固体を得た。この固体に、-78℃ に冷却したジルコニウムテトラクロライド (THF) 2 錯体 (0.93 g、2.47 mmol) のジクロロメタン (100 ml) 溶液を加

え、自然に室温に昇温しながら攪拌を続け、反応させた。得られた赤色懸濁液をセライトでろ過しリチウムクロライドを除去した後、オレンジ色のろ液にトルエン (10 ml) を加え、固体が析出するまで濃縮した。そのまま -20℃ に冷却し、析出した固体を回収後、再度トルエンで再結晶して 27 mg の赤色固体を得た。分析値を以下に示す。

【0128】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz, CDCl_3 中、TMS 基準) δ 8.02 (d, 1H)、7.97 (d, 1H)、7.76 (d, 1H)、7.62 (d, 1H)、7.33-7.29 (d, d, 2H)、6.01 (d, 1H)、5.66 (d, 1H)、3.69 (br, d, 1H)、3.29 (br, d, 1H)、2.25 (s, 3H)、2.54~1.53 (m, 8H)、1.44 (s, 9H)、1.43 (s, 9H)、1.07 (s, 9H)

【0129】

【実施例 5】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドの合成〕

(1) 2-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-2-(2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル) プロパン

2,7-ジ-tert-ブチルフルオレン (0.9 g, 3.4 mmol) の THF (30 ml) 溶液に、氷冷下で n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (2.1 ml, 3.4 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で 6 時間攪拌した。さらに、氷冷下でこの赤色溶液に 3-tert-ブチル-5,6,6-トリメチルフルベン (0.6 g, 3.5 mmol) の THF (15 ml) 溶液を窒素雰囲気下で滴下し、室温で 12 時間攪拌した後に水 (30 ml) を加えた。ジエチルエーテルで抽出、分離した有機相を硫酸マグネシウムで乾燥した後、濾過し、濾液から溶媒を減圧下で除去して 1.1 g の粗生成物を得た。これを精製することなく、そのまま次の反応に用いた。

(2) ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライド

氷冷下で 2-(3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル)-2-(2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル)プロパン (0.87 g、1.92 mmol) の THF (50 ml) 溶液に n-ブチルリチウムのヘキサン溶液 (2.88 ml、4.60 mmol) を窒素雰囲気下で滴下し、さらに室温で 16 時間攪拌した。反応混合物から溶媒を減圧下で除去し、赤橙色の固体を得た。この固体に、-78℃に冷却したジルコニウムテトラクロライド (THF) 2 錯体 (0.72 g、1.92 mmol) のジクロロメタン (100 ml) 溶液を加え、自然に室温に昇温しながら攪拌を続け、反応させた。得られた赤色懸濁液をセライトでろ過しリチウムクロライドを除去した後、オレンジ色のろ液にトルエン (10 ml) を加え、固体が析出するまで濃縮した。そのまま -20℃に冷却し、析出した固体を回収後、再度トルエンで再結晶して 17 mg の赤色固体を得た。分析値を以下に示す。

【0130】

$^1\text{H-NMR}$ (270 MHz、 CDCl_3 中、TMS 基準) δ 7.96 (d、1 H)、 δ 7.94 (s、1 H)、 δ 7.93 (d、1 H)、7.69 (s、1 H)、7.59 (d、1 H)、7.53 (d、1 H)、6.03 (d、1 H)、5.68 (d、1 H)、2.60 (s、1 H)、2.41 (s、1 H)、2.31 (s、1 H)、1.32 (s、18 H)、1.08 (s、9 H)

【0131】

【実施例 6】

[ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンの常圧重合]

十分に窒素置換した 500 ml のガラス製重合装置に、250 ml の乾燥トルエンを仕込み、次いでプロピレン置換した後に、実施例 3 で得られたオレンジ色の固体 3.1 mg (5 μmol) のトルエン溶液にアルミニウム換算で 5 mmol のメチルアルミノキサン (アルベマール社製) を加えた触媒溶液を添加し、攪拌下、プロピレンを通気しながら 25℃で 30 分重合した。重合後メタノールと少量の塩酸を加えて重合を停止し、ポリマーを濾過してメタノールで洗浄した後

、真空下 80℃、6 時間乾燥した。得られたポリマーは 0.7 g であった。T_m = 155℃ であった。

【0132】

【実施例 7】

〔ジメチルメチレン（3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル）（2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル）ジルコニウムジクロライドによるプロピレンの常圧重合〕

十分に窒素置換した 500 ml のガラス製重合装置に、250 ml の乾燥トルエンを仕込み、次いでプロピレンをバブリングし飽和させた後に、実施例 5 で得られたオレンジ色の固体 2.35 mg (3.8 μmol) のトルエン溶液にアルミニウム換算で 5 mmol のメチルアルミノキサン（アルベマール社製）を加えた触媒溶液を添加し、攪拌下、プロピレンを通気しながら 25℃ で 60 分重合した。重合後メタノールと少量の塩酸を加えて重合を停止し、ポリマーを濾過してメタノールで洗浄した後、真空下 80℃、6 時間乾燥した。得られたポリマーは 0.50 g であった。T_m = 140℃ であった。

【0133】

【実施例 8】

〔ジメチルメチレン（3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル）フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

十分に窒素置換した 50 ml の二口フラスコ中に、シリカ担持メチルアルミノキサンをアルミニウム換算で 2.0 mmol 入れ、ヘプタン 20 ml に懸濁させた。その懸濁液に、実施例 1 で得られたオレンジ色の固体 1.0 mg (2 μmol) をトルエン溶液として加えた後、次いでトリイソブチルアルミニウム (1 mmol) を加え、30 分攪拌して触媒懸濁液とした。十分に窒素置換した 2000 ml のオートクレーブに 500 g のプロピレンを仕込み、上記の触媒懸濁液を添加し、3.0～3.5 MPa の圧力下、70℃ で 40 分重合した。重合後メタノールを加えて重合を停止し、プロピレンをパージしてポリマーを得た。真空下 80℃ で 6 時間乾燥した。得られたポリマーは 102 g であった。このポリマーは T_m = 139℃、M_w = 406000、M_n = 197000、デカン可溶部

量 = 0. 1 w t % であった。

【0 1 3 4】

【実施例 9】

〔ジメチルメチレン（3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル）フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

水素を 1 N L 加えた以外は、実施例 8 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 6 9 g であった。このポリマーは $T_m = 142^{\circ}\text{C}$ 、 $M_w = 185000$ 、 $M_n = 63000$ 、デカン可溶部量 = 0. 4 w t % であった。またポリマーの立体規則性は、 $mmmm = 86.9\%$ 、2,1-挿入 = 0. 0 2 %、1,3-挿入 = 0. 0 5 % であった。

【0 1 3 5】

【実施例 1 0】

〔シクロヘキシリデン（3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル）フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

実施例 2 で得られたオレンジ色の固体 1. 1 m g (2 μ m o l) を用いた以外は実施例 8 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 1 0 3 g であった。このポリマーは $T_m = 139^{\circ}\text{C}$ 、 $M_w = 348000$ 、 $M_n = 184000$ 、デカン可溶部量 = 0. 8 w t % であった。

【0 1 3 6】

【実施例 1 1】

〔シクロヘキシリデン（3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル）フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

水素を 2 N L 加えた以外は、実施例 1 0 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 5 5 g であった。このポリマーは $T_m = 141^{\circ}\text{C}$ 、 $M_w = 69000$ 、 $M_n = 27000$ であった。またポリマーの立体規則性は、 $mmmm = 85.8\%$ 、2,1-挿入 = 0. 0 8 %、1,3-挿入 = 0. 0 2 % であった。

【0 1 3 7】

【実施例 1 2】

〔ジメチルメチレン（3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル）（

3、6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合]

実施例3で得られたオレンジ色の固体 1.1 mg ($1.8 \mu\text{mol}$) を用いた以外は、実施例8と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 90 g であった。このポリマーは $T_m = 154^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 321000$ 、 $M_n = 154000$ 、デカン可溶部量 = 0.1 wt % であった。

【0138】

【実施例13】

[ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合]

水素を 1 NL 加えた以外は、実施例12と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 135 g であった。このポリマーは $T_m = 156^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 82000$ 、 $M_n = 37000$ であった。またポリマーの立体規則性は、 $m\text{mm} = 94.8\%$ 、2,1-挿入と1,3-挿入は共に検出されなかった。

【0139】

【実施例14】

[シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合]

実施例4で得られたオレンジ色の固体 1.3 mg ($2 \mu\text{mol}$) を用いた以外は、実施例8と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 49 g であった。このポリマーは $T_m = 155^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 357000$ 、 $M_n = 193000$ 、デカン可溶部量 = 0.3 wt % であった。

【0140】

【実施例15】

[シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合]

水素を 1 N L 加えた以外は、実施例 14 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 328 g であった。このポリマーは $T_m = 156^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 117000$ 、 $M_n = 52000$ 、デカン可溶部量 = 0.1 wt % であった。またポリマーの立体規則性は、 $mmmm = 95.6\%$ 、2,1-挿入と 1,3-挿入は共に検出されなかった。

【0141】

【実施例 16】

〔シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

水素を 1 N L 加え、重合温度を 60°C にした以外は、実施例 14 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 252 g であった。このポリマーは $T_m = 158^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 97000$ 、 $M_n = 45000$ 、デカン可溶部量 = 0.1 wt % であった。またポリマーの立体規則性は、 $mmmm = 97.0\%$ 、2,1-挿入と 1,3-挿入は共に検出されなかった。

【0142】

【実施例 17】

〔シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

水素を 0.5 N L 加え、トリイソブチルアルミニウム (1 mmol) に代わってトリエチルアルミニウム (1 mmol) を使用したこと以外は実施例 14 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 295 g であった。このポリマーは $T_m = 157^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 147000$ 、 $M_n = 71000$ 、デカン可溶部量 = 0.1 wt % であった。

【0143】

【実施例 18】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロ

ピレンのバルク重合]

実施例 5 で得られたオレンジ色の固体 1.2 mg ($2 \mu\text{mol}$) を用いた以外は実施例 8 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 41 g であった。このポリマーは $T_m = 141^\circ\text{C}$ 、 $M_w = 524000$ 、 $M_n = 274000$ 、デカン可溶部量 = 0.1 wt % であった。またポリマーの立体規則性は、 $\text{mmmm} = 88.4\%$ 、2,1-挿入 = 0.04%、1,3-挿入 = 0.07% であった。

【0144】

【実施例 19】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

十分に窒素置換した 50 ml の二つ口フラスコ中に、シリカ担持メチルアルミノキサンをアルミニウム換算で 0.72 mmol 入れ、ヘプタン 20 ml に懸濁させた。その懸濁液に、実施例 1 で得られた赤橙色の固体 0.65 mg ($1.3 \mu\text{mol}$) をトルエン溶液として加えた後、次いでアルキルアルミニウムとしてトリイソブチルアルミニウム (0.33 mmol) とトリエチルアルミニウム (1.0 mmol) を加え、30 分攪拌して触媒懸濁液とした。十分に窒素置換した 2000 ml のオートクレーブに 400 g のプロピレンと 2 NL のエチレンガスを仕込み、上記の触媒懸濁液を添加し、3.0~3.5 MPa の圧力下、60℃で 60 分重合した。重合後メタノールを加えて重合を停止し、プロピレンをパージしてポリマーを得た。真空下 80℃で 6 時間乾燥した。得られたポリマーは 127 g であった。このポリマーは $T_m = 128^\circ\text{C}$ 、 $\text{MFR} = 5.5 \text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.2 wt % であった。

【0145】

【実施例 20】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

エチレンの仕込み量を 3 NL に代えた以外は、実施例 19 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 146 g であった。この

ポリマーは $T_m = 124^\circ\text{C}$ 、 $MFR = 5.5\text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.3 wt % であった。

【0146】

【実施例 21】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

シリカ担持メチルアルミノキサンをアルミニウム換算で 0.52 mmol 使用し、アルキルアルミニウムとしてトリエチルアルミニウム (1.3 mmol) のみを使用した以外は、実施例 19 と同様の方法で重合を行った。得られたポリマーは 79 g であった。このポリマーは $T_m = 124^\circ\text{C}$ 、 $MFR = 7.5\text{ g}/10\text{分}$ 、であった。デカン可溶部量 = 0.2 wt % であった。

【0147】

【実施例 22】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

実施例 5 で得られたオレンジ色の固体 0.8 mg を用いた以外は、実施例 19 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 97 g であった。このポリマーは $T_m = 126^\circ\text{C}$ 、 $MFR = 2.0\text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.2 wt % であった。

【0148】

【実施例 23】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (2,7-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

エチレンの仕込み量を 4 NL に代えた以外は、実施例 22 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 142 g であった。このポリマーは $T_m = 116^\circ\text{C}$ 、 $MFR = 4.1\text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.3 wt % であった。

【0149】

【実施例 24】

〔シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

実施例 2 で得られたオレンジ色の固体 0.7 mg を用いた以外は、実施例 19 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 89 g であった。このポリマーは $T_m = 126^\circ\text{C}$ 、 $\text{MFR} = 13.0 \text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.2 wt % であった。

【0150】

【実施例 25】

〔シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

エチレンの仕込み量を 3 NL に代えた以外は、実施例 24 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 107 g であった。このポリマーは $T_m = 122^\circ\text{C}$ 、 $\text{MFR} = 18.0 \text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.5 wt % であった。

【0151】

【実施例 26】

〔シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプロピレンとエチレンのバルク共重合〕

実施例 4 で得られたオレンジ色の固体 1.3 mg を用い、エチレンの仕込み量を 4 NL に代えた以外は、実施例 19 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 297 g であった。このポリマーは $T_m = 141^\circ\text{C}$ 、 $\text{MFR} = 58 \text{ g}/10\text{分}$ 、デカン可溶部量 = 0.3 wt % であった。

【0152】

【実施例 27】

〔シクロヘキシリデン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) (3,6-ジ-tert-ブチルフルオレニル) ジルコニウムジクロライドによるプ

ロピレンとエチレンのバルク共重合]

エチレンの仕込み量を 5NL に代えた以外は、実施例 26 と同様にしてプロピレンとエチレンの共重合を行った。得られたポリマーは 284g であった。このポリマーは $T_m = 137^\circ\text{C}$ 、 $MFR = 97$ 、デカン可溶部量 = 0.6wt% であった。

【0153】

【実施例 28】

〔ジメチルメチレン (3-tert-ブチル-5-メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンと 1-ブテンの加圧溶液重合〕

十分に窒素置換した 2000ml の重合装置に、900ml の乾燥ヘキサンと 1-ブテン 30g を常温で仕込んだ後、重合装置内温を 70°C に昇温しプロピレンで 7k/G に加圧した。実施例 1 で得られた赤橙色の固体 1.0mg ($2\mu\text{m}$ o l) のトルエン溶液にアルミニウム換算で 0.9mmol のメチルアルミノキサン (アルベマール社製) を加えた触媒溶液とトリイソブチルアルミニウム (1.0mmol) を重合装置内に添加し、内温 70°C 、プロピレン圧 $7\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ を保ちながら 30 分重合した。重合後メタノールを加えて重合を停止し、脱圧後、メタノール中で重合溶液からポリマーを析出し、真空下 130°C 、12 時間乾燥した。得られたポリマーは 9.95g であった。 $T_m = 102.7^\circ\text{C}$ であり、極限粘度 $[\eta] = 0.89 (\text{dl}/\text{g})$ であった。

【0154】

【実施例 29】

1-ブテンの仕込みを 60g にした以外は実施例 28 と同様の方法で重合を行った。得られたポリマーは 7.31g であった。 $T_m = 73.6^\circ\text{C}$ であり、極限粘度 $[\eta] = 0.94 (\text{dl}/\text{g})$ であった。

【0155】

【実施例 30】

十分に窒素置換した 2000ml の重合装置に、750ml の乾燥ヘキサンと 1-ブテン 40g を常温で仕込んだ後、重合装置内温を 50°C に昇温しプロピレ

ンで $7 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ に加圧した。実施例 1 で得られた赤橙色の固体 1.5 mg ($3 \mu\text{mol}$) のトルエン溶液にアルミニウム換算で 1.35 mmol のメチルアルミノキサン (アルベマール社製) を加えた触媒溶液とトリイソブチルアルミニウム (1.0 mmol) を重合装置内に添加し、内温 50°C 、プロピレン圧 $7 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ を保ちながら 30 分重合した。重合後メタノールを加えて重合を停止し、脱圧後、メタノール中で重合溶液からポリマーを析出し、真空下 130°C 、12 時間乾燥した。得られたポリマーは 30.0 g であった。 $T_m = 108.1^\circ\text{C}$ であり、極限粘度 $[\eta] = 2.13 \text{ (dl/g)}$ であった。

【0156】

【実施例 31】

乾燥ヘキサンの仕込み 700 ml 、1-ブテンの仕込みを 60 g にした以外は実施例 30 と同様の方法で重合を行った。得られたポリマーは 39.0 g であった。 $T_m = 80.0^\circ\text{C}$ であり、極限粘度 $[\eta] = 1.83 \text{ (dl/g)}$ であった。

【0157】

【実施例 32】

十分に窒素置換した 1000 ml の重合装置に、 830 ml の乾燥ヘキサンと 1-ブテン 70 ml を常温で仕込んだ後、重合装置内温を 40°C に昇温しプロピレンで 5 kg/G に加圧した。実施例 1 で得られた赤橙色の固体 1.5 mg ($3 \mu\text{mol}$) のトルエン溶液にアルミニウム換算で 1.35 mmol のメチルアルミノキサン (アルベマール社製) を加えた触媒溶液とトリイソブチルアルミニウム (1.0 mmol) を重合装置に添加し、内温 40°C 、プロピレン圧 $5 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$ を保ちながら 40 分重合した。重合後メタノールを加えて重合を停止し、脱圧後、メタノール中で重合溶液からポリマーを析出し、真空下 130°C 、12 時間乾燥した。得られたポリマーは 25.5 g であった。 $T_m = 100.7^\circ\text{C}$ であり、極限粘度 $[\eta] = 3.41 \text{ (dl/g)}$ であった。

【0158】

【実施例 33】

乾燥ヘキサンの仕込みを 810 ml 、1-ブテンの仕込みを 90 ml にした以外は実施例 32 と同様の方法で重合を行った。得られたポリマーは 23.8 g であ

った。T_m=90.6℃であり、極限粘度 $[\eta]=3.56$ (dl/g)であった。

【0159】

【実施例34～37】

実施例30～33で得られた試料ポリマーからフィルムを作成し、物性特性を測定した。

〔フィルムの作成と物性〕

プレス板上に厚さ0.1mmのアルミシート、ポリエチレンテレフタレート (PET) シート、および中央を15cm×15cm角に切り取った厚さ0.1mmのアルミシートをこの順に敷き、この中央 (切り抜かれた部分) に3.3gの試料ポリマーを置いた。次いでPETシート、アルミ製の板、プレス板をこの順にさらに重ねる。

【0160】

上記プレス板ではさまれた試料ポリマーを200℃のホットプレスの中に入れ、約7分間の予熱を行った後、試料ポリマー内の気泡を取り除く為、加圧 (50 kg/cm²G) 脱圧操作を数回繰り返す。次いで最後に100 kg/cm²Gに昇圧し、2分間加圧加熱する。脱圧後プレス板をプレス機から取り出し、0℃に圧着部が保たれた別のプレス機に移し100 kg/cm²Gで4分間加圧冷却を行った後、脱圧し、試料ポリマーを取り出す。このようにして約0.15～0.17mmの均一な厚さのフィルムを得た。得られたフィルムの物性特性を表1に示す。

【0161】

【表1】

表1

	実施例34	実施例35	実施例36	実施例37
試料ポリマー	実施例30で得られたポリマー	実施例31で得られたポリマー	実施例32で得られたポリマー	実施例33で得られたポリマー
ΔHAZE (80℃ X 3日)	0	0		
耐ブロッキング性 (mN/cm)			1	15.0
ヒートシール開始 温度 (℃)			100	90

【0162】

【比較例1】

〔ジメチルメチレン（3-メチル-5-tert-ブチルシクロペンタジエニル）フルオレニルジルコニウムジクロライドの合成〕

(1) 2, 6, 6-トリメチルフルベン

脱水メタノール（130 ml）にメチルシクロペンタジエン（22.6 g、283 mmol）とアセトン（8.50 ml、116 mmol）を加え、ピロリジン（14.5 ml、174 mmol）を0℃で滴下し、室温で一晩反応させた。0℃で酢酸（10 ml、180 mmol）を加え、エーテルと水で希釈し抽出した後、有機層を分離、水洗、続いて無水硫酸マグネシウムで乾燥後、褐色液体12.9 gを得た。分析値を以下に示す。

【0163】

$^1\text{H-NMR}$ （270 MHz、 CDCl_3 中、TMS基準、main peak） δ 6.49（d、1H）、6.32（d、1H）、6.17（s、1H）、2.14（s、3H）、2.13（s、3H）、2.06（s、3H）

(2) 1-tert-ブチル-3-メチルシクロペンタジエン

窒素置換した300 ml フラスコ中に、上記(1)で合成したトリメチルフルベン（2.86 g、23.8 mmol）と乾燥エーテル（80 ml）を加え、メチルリチウム／エーテル溶液（1.4 M、17 ml、23.8 mmol）を-78℃で滴下し、室温で2日間反応させた。20 mlの塩化アンモニウム飽和水溶液を加え、有機層を分離、水洗、塩化ナトリウム飽和水溶液で洗浄、続いて無水硫酸マグネシウムで乾燥後、溶媒を留去した。カラムクロマトグラフィ（シリカゲル、展開溶媒：ヘキサン）で精製後、褐色液体2.04 gを得た。分析値を以下に示す。

【0164】

$^1\text{H-NMR}$ （270 MHz、 CDCl_3 中、TMS基準、main peak） δ 6.31+6.13+5.94+5.87（s+s+t+d、2H）、3.04+2.95（s+s、2H）、2.17+2.09（s+s、3H）、1.27（d、9H）

δ 5. 5 付近および 5. 1 付近に異性体のプロトンに由来するピークが観測された。プロトンの積分値から主生成物と副生成物の存在比は約 8 : 1 であった。

(3) ジメチルメチレン (3 - tert - ブチル - 5 - メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライド

上記 (2) で得られた異性体を含む 1 - tert - ブチル - 3 - メチルシクロペンタジエンを用いた以外は、実施例 1 の (3) 及び (4) と同様の方法でジメチルメチレン (3 - tert - ブチル - 5 - メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドを合成した。

δ 7. 4 付近および 6. 1 付近に異性体のプロトンに由来するピークが観測された。プロトンの積分値から主生成物と副生成物の存在比は約 8 : 1 であった。

【0 1 6 5】

【比較例 2】

〔ジメチルメチレン (3 - tert - ブチル - 5 - メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

比較例 1 で得られた異性体を含むジメチルメチレン (3 - tert - ブチル - 5 - メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドを用いた以外は、実施例 8 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 8 9 g であった。このポリマーは $T_m = 138^{\circ}\text{C}$ 、 $M_w = 394000$ 、 $M_n = 197000$ であった。デカン可溶部量は 2. 5 wt % と多かった。

【0 1 6 6】

【比較例 3】

〔ジメチルメチレン (3 - tert - ブチル - 5 - メチルシクロペンタジエニル) フルオレニルジルコニウムジクロライドによるプロピレンのバルク重合〕

水素を 2 NL 加えた以外は、比較例 1 と同様にしてプロピレンの重合を行った。得られたポリマーは 5 4 g であった。このポリマーは $T_m = 140^{\circ}\text{C}$ 、 $M_w = 135000$ 、 $M_n = 34000$ であった。デカン可溶部量は 4. 5 wt % と多かった。

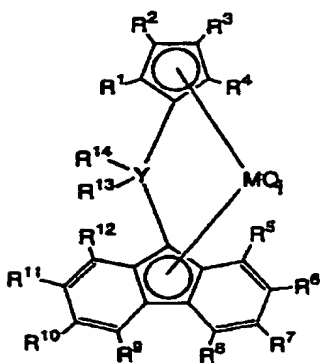
【書類名】 要約書

【要約】

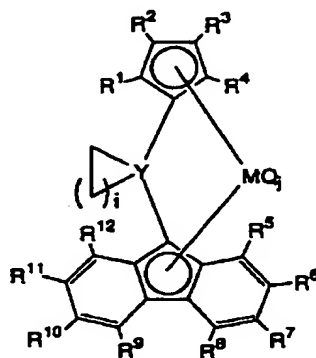
【課題】 特定の構造を有するメタロセン化合物の製造方法を提供すること。

【解決手段】 本発明の方法は、下記一般式〔1〕または〔2〕で表されるメタロセン化合物のみを選択的に製造する。

【化1】



〔1〕



〔2〕

（式中、 R^1 、 R^3 は炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基、 R^2 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、 R^8 、 R^9 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} は水素、炭化水素基、ケイ素含有炭化水素基、 R^{13} 、 R^{14} は水素、炭化水素基、Mは周期表第4族金属、Yは炭素またはケイ素、Qはハロゲン、炭化水素基等、jは1～4の整数、iは1～10の整数。）

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005887]

1. 変更年月日	1997年10月 1日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都千代田区霞が関三丁目2番5号
氏 名	三井化学株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)